Nankai Reg. Fish. Res. Lab. Report
copy 1
LIBRARY
JUN 28 1960
FISH & WILDLIFE SERVICE
#11

REPORT OF NANKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

No. 11

NANKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
SANBASHIDORI, KOCHI, JAPAN

DECEMBER, 1959

南海区水産研究所報告

第 11 号

南海区水産研究所

高知市桟橋通り

昭和34年12月

目　次

マグロの種族系統の生化学的研究
Ⅱ．キハダ，メバチのDNAの塩基構成率について…藤井　豊・見元孝一・日笠七郎…… 1

マグロの種族系統の生化学的研究
Ⅲ．マグロ類DNAの抗原性について……………………………藤井　豊・日笠　七郎…… 7

マグロの種族系統の血清学的研究－Ⅱ
Tg式によるビンナガの血液型出現率……………
（その1）インド洋及び北西部太平洋の比較…………鈴木秋果・森尾忠夫・見元孝一…… 17

魚体の成長，成熟に関する生化学的研究
Ⅹ．マグロ，カジキ類皮膚におけるビタミンB_2 ……清水泰幸・矢野真弓・日笠七郎…… 24

魚体の成長，成熟に関する生化学研究
Ⅺ－マグロ，カヂキ類の肝臓中のモリブデン，ニッケル含有量………森尾忠夫・鈴木秋果…… 32

ナガサキトラザメ *Halealurus bürgeri* (Müller et Henle) の成熟の胎仔について…………
工藤　晋二…… 41

カタクチイワシの春仔及び秋仔系統群の混入状況について………………………………浅見　忠彦…… 47

キハダの産卵期とその海域的差異について…………………………………………………木川　昭二…… 59

赤道太平洋におけるキハダの成長と年令
Ⅰ　体長組成からの検討…………………………………………藪田　洋一・行縄　茂理…… 77

太平洋におけるキハダ水揚物の体長と体重の関係…………………………上村　忠夫・本間　操…… 88

東支那海におけるマグロ延縄漁業の研究－Ⅳ
シロカジキの生態……………………………………古藤　力・古川　一郎・小玉　恵一…… 108

マカジキ *Makaira mitsukurii* (Jordan et Snyder) の仔稚魚………………………上柳　昭治…… 130

インド洋におけるマグロ漁場の海洋学的研究
Ⅰ．冬季における海況の概要とマグロ類の分布…………………山中　一・安楽　昇…… 147

マグロの種族系統の血清学的研究－Ⅲ
マグロ類血清抗原の寒天平板拡散法による予備検討………… 鈴木　秋果・森尾　忠夫…… 165

CONTENTS

Biochemical Studies of the Races of Tuna
II. The Base Composition of DNA of Yellowfin Tuna and Bigeye Tuna·········
Yutaka Fujii, Kôichi Mimoto and Shichirô Higasa······ 1

Biochemical Studies of the Races of Tuna
III. Antigenic Properties of DNA of Tuna············
Yutaka Fujii, Shichirô Higasa······ 7

Serological Studies of the Races of Tuna-II
Blood Group Frequencies of the Albacore in Tg-system
Part I. Comparison of the Indian and the Northwestern Pacific Ocean
Akimi Suzuki, Tadao Morio and Kôichi Mimoto······ 17

Biochemical Studies on the Growth and Maturation of Fish.
X. Some Notes on Riboflavins in the Skin of Tunas and Marlins.
Yasuyuki Shimidu, Mayumi Yano and Shichirô Higasa······ 24

Biochemical Studies on the Growth and Maturation of Fish Bodies
XI. The Contents of Molybdenum and Nickel in the Livers of Tunas and Marlins
Tadao Morio and Akimi Suzuki······ 32

Studies on the Sexual maturation of Female and on the Embryo of Japanese Dog Fish *Halaelurus bürgeri* (Muller et Henle) ························Sinji Kudō······ 41

On the Intermingling of the Spring and Autumn Offsprings of Japanese Anchovy, *Engraulis japonica* (Houttuyn).············ Tadahiko Asami······ 47

Notes on the regional difference of spawning season of Pacific yellowfin tuna.
Shoji Kikawa······ 59

Growth and Age of the Yellowfin Tuna (*Neothunnus macropterus*) in the Equatorial Pacific.
Study of Length Frequency Distributions············ I
Yôichi Yabuta, Mori Yukinawa······ 77

The Relationships between Length and Weight of the Landings of Yellowfin from the Pacific Ocean
Tadao Kamimura. Misao Honma······ 88

Studies on the Tuna Long Line Fishery in the East China Sea············IV
Ecological Studies on the so-called White Marlin, *Marlina marlina* (Jordan & Hill)
Tsutomu Koto, Ichiro Furukawa, and Keiichi Kodama······ 108

Larvae of the Striped Marlin, *Makaira mitsukurii* (Jordan et Snyder)
Shoji Ueyanagi······ 130

Oceanographic Studies on the Fishing Grounds of Tunas in the Indian Ocean
I. General Oceanographic Conditions in Relevant to the Distribution of Tunas in Winter Season
Hajime Yamanaka. Noboru Anraku······ 147

Serological Studies of the Races of Tuna—III
Preliminal Investigation on the Antigens in Tunas Sera by the Agar-plate-diffusion Method
Akimi Suzuki and Tadao Morio······ 165

LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
ON. BIOL. LAB.
TRANSLATION IN
REPRINT

マグロの種族系統の生化学的研究

Ⅱ. キハダ，メバチのＤＮＡの塩基構成率について*

藤井　豊・見元孝一・日笠七郎

（南海区水産研究所）

Biochemical Studies of the Races of Tuna

Ⅱ. The Base Composition of DNA of Yellowfin Tuna and Bigeye Tuna

Yutaka FUJII, Kôichi MIMOTO and Shichirô HIGASA

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

When we compare the composition of several species of deoxypentose nucleic acid (DNA) from different cellular sources, a very striking feature emerges, as was pointed out in past reports: Two principal groups can be distinguished, namely the "AT type", in which adenine and thymine predominate, and the "GC type", in which guanine and cytosine are the major constituents[7]. In addition, an intermediate group was discovered in E.coli which is characterized by the presence of almost equal proportions of the four components[11].

All the DNA preparations from animal sources described up to this time belong to the AT type, which seems to be much more frequent than the others. The GC type has been encountered in several microorganisms and in some viruses.

We analyzed the DNA of sperm of Yellowfin tuna and Bigeye tuna in this paper (table 1–2) and confirmed them to be all of the AT type.

But the DNA of tunas contained in general smaller amounts of guanine and cytosine than the DNA of land animals, while the opposite was true for thymine.

Next, the base composition was not always constant for even the same species of fish, and could be classified in several types by the method shown in this paper (Fig. 2). Still more, the question arose whether a mutual relation exists between the frequency-rate of these types and the fishing ground, but we consider that as a subject for later study.

From our present data, the specificity of the different species between Yellowfin tuna and Bigeye tuna could not be pointed out, but we presume that this specificity is represented in the constituents of DNA other than the base composition.

* 南海区水産研究所業績　第135号

DNA の塩基構成率の生物学的特異性については E. CHARGAFF[1), G.R. WYATT[2) を始め数多くの人々の研究がある。しかし，それ等の研究の対象は主として陸上動物，細菌等の核酸であって，魚類については数種を数えるのみである。吾々はマグロ類の DNA の塩基構成率について，前報[3)で述べた目的の許に広範囲に亘る検討を行うべく既にその定量法について報告した。本報においてはキハダ，メバチについて魚種，漁場との関連に重点を置いて検討したので報告する。

実　験　の　部

試　　料

マグロ類の分布範囲が極めて広範囲であるため採取試料の入手までには相当長期間を必要とする。従って採集の方法としては主として凍結方法を用いた。即ち 調査船，地方公庁所属船或は民業船に依頼又は 便乗し，漁獲直後試料を採取し，ポリエチレン袋，更に布袋に入れ直ちに凍結保存した。これを凍結状態のまま入手し，解凍して試料として用いた。

試料部位としては採取が容易であり，しかも DNA 含有量の高い精巣のみを用いた。供試試料の詳細は Table 1～2 に示した。

分析方法

精巣試料よりの DNA の抽出，精製，分解並びに塩基の分離定量法は主として既報[3) の方法に従った。

しかし，その後の実験結果より DNA 蛋白の抽出，精製過程において MeOH を使用して沈澱せしめ，更に再抽出を行う場合 DNA蛋白の蛋白部分が変性し DNA 蛋白の溶解性に影響を与える為か，DNA 蛋白の再抽出量は MeOH 沈澱以前に比して著しく減少することが明らかとなった。又既報の抽出過程に使用した IN NaOH による RNA蛋白の消化除去法も同様に DNA 蛋白の収量を著しく減少せしめることを確認した。

Fig. 1 Method of extraction and purification of DNA or DNA-protein

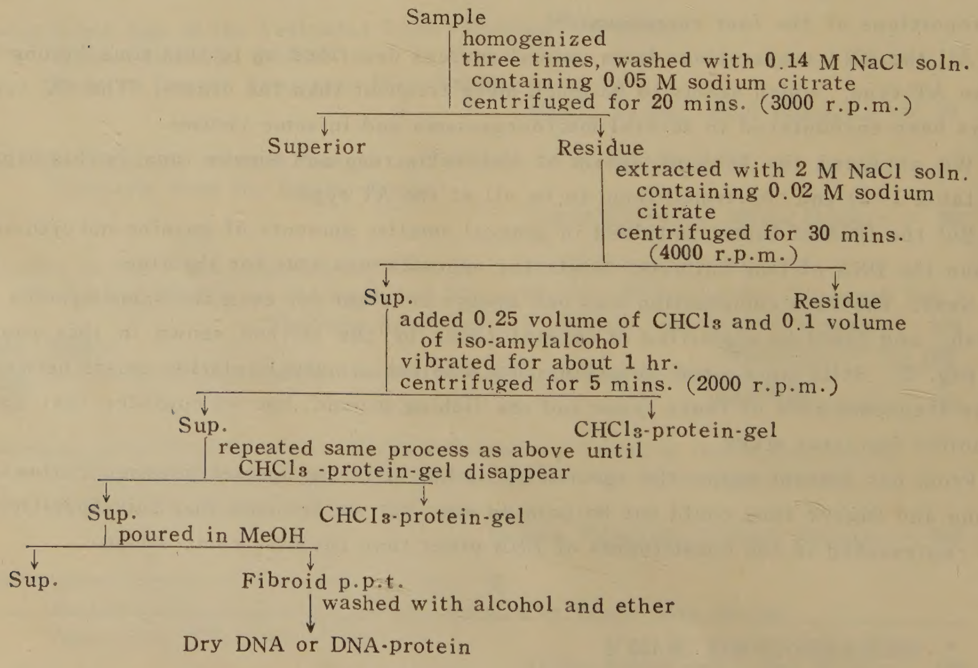


Table 1 Original data and base composition of samples of Yellowfin tuna.

Date of catch	Site of catch	Body length	Guanine	Adenine	Cytosine	Thymine	Pu/Py	C/A	G/T	Type
XI—26(1958)	03°48′N, 140°05′E	113(cm)	13.0(%)	28.8(%)	23.4(%)	34.8(%)	0.72	0.81	0.37	AB
〃—29 〃	04°40′N, 138°53′E	116	18.1	30.2	19.9	31.7	0.94	0.66	0.57	C
〃 〃 〃	〃 〃	121	16.5	29.0	20.4	34.0	0.84	0.70	0.49	BC
〃 〃 〃	〃 〃	124	14.9	28.7	21.0	35.3	0.77	0.73	0.42	B.
XII—1 〃	06°35′N, 138°42′E	124	16.3	24.8	19.4	39.5	0.53	0.78	0.41	A
〃 〃 〃	〃 〃	114	15.0	29.1	20.6	35.3	0.79	0.71	0.42	B
〃 〃 〃	〃 〃	125	22.8	25.6	19.4	32.2	0.94	0.76	0.71	C
〃 〃 〃	〃 〃	118	19.1	29.8	18.1	33.0	0.96	0.61	0.58	C
〃 〃 〃	〃 〃	124	18.6	29.5	19.6	32.3	0.93	0.66	0.58	C
XII—26(1958)	13°02′S, 98°30′E	128	17.7	27.8	20.6	33.9	0.83	0.74	0.52	BC
〃—27 〃	12°28′S, 99°37′E	154	17.8	30.2	20.1	31.9	0.92	0.67	0.56	C
〃 〃 〃	〃 〃	145	18.8	28.9	19.8	32.5	0.91	0.69	0.58	C
〃—31 〃	14°36′S, 90°48′E	148	18.0	27.4	22.7	32.0	0.83	0.83	0.56	B
XI—15(1958)	16°59′S, 159°23′E	141	19.9	27.9	20.9	31.3	0.92	0.75	0.64	CB
〃 〃 〃	〃 〃	144	18.2	26.4	20.7	34.7	0.81	0.78	0.52	B
〃 〃 〃	〃 〃	142	20.0	28.8	20.1	31.1	0.95	0.70	0.64	C
〃 〃 〃	〃 〃	136	19.8	29.2	19.5	31.5	0.96	0.67	0.63	C
I—7(1959)	00°50′N, 135°15′E	115	19.8	28.2	19.7	32.3	0.92	0.70	0.61	CB
〃 〃 〃	〃 〃	110	21.1	28.3	18.4	32.3	0.98	0.65	0.65	C
〃 〃 〃	〃 〃	115	19.5	27.9	19.2	33.3	0.90	0.69	0.59	CB
〃 〃 〃	〃 〃	117	22.2	28.3	19.8	29.6	1.02	0.70	0.75	DC
〃 〃 〃	〃 〃	125	24.4	28.9	20.6	26.0	1.14	0.71	0.94	D
XII—24(1958)	24°37′S, 107°26′E	140	20.4	28.8	20.4	30.4	0.97	0.71	0.67	C
VIII—6(1959)	14°54′S, 102°28′E	147	14.4	31.7	21.7	32.2	0.86	0.68	0.45	BC
〃 〃 〃	〃 〃	132	17.0	31.7	18.9	32.4	0.95	0.60	0.52	C
〃 〃 〃	〃 〃	145	18.7	30.7	20.1	30.5	0.98	0.65	0.61	C
〃—7 〃	14°18′S, 103°02′E	130	19.1	31.0	19.6	30.2	1.01	0.63	0.63	C
〃—10 〃	10°52′S, 102°23′E	146	15.0	32.2	19.6	33.2	0.89	0.61	0.45	CB
〃 〃 〃	〃 〃	125	16.0	30.6	20.1	33.3	0.87	0.66	0.48	CB
〃—21 〃	14°15′S, 114°09′E	140	17.5	29.5	18.4	34.6	0.89	0.62	0.51	CB
VII—24(1959)	23°51′S, 80°33′E	151	16.8	28.5	24.2	30.5	0.83	0.85	0.55	AB
〃 〃 〃	〃 〃	154	16.6	28.0	19.7	35.7	0.81	0.70	0.46	BC
〃—25 〃	23°55′S, 80°40′E	146	15.0	29.0	19.5	36.5	0.79	0.67	0.41	BC
〃 〃 〃	〃 〃	145	16.0	30.1	22.2	31.6	0.86	0.74	0.51	BC
〃—28 〃	24°39′S, 85°11′E	132	14.5	30.9	22.7	31.9	0.83	0.73	0.45	B
〃 〃 〃	〃 〃	142	17.1	29.1	22.7	31.2	0.86	0.78	0.55	B
XII—22(1959)	03°48′N, 163°39′W	116	16.6	30.8	19.5	33.1	0.90	0.63	0.50	CB
〃—24 〃	02°42′N, 165°00′W	126	21.9	27.4	17.9	32.8	0.97	0.65	0.67	DC
〃 〃 〃	〃 〃	120	16.8	29.2	20.0	33.9	0.85	0.68	0.50	BC
〃 〃 〃	〃 〃	144	16.4	30.4	19.0	34.2	0.88	0.63	0.48	CB

Table 2 Original data and base composition of samples of Bigeye tuna.

Date of catch	Site of catch	Body length	Guanine	Adenine	Cytosine	Thymine	Pu/Py	C/A	G/T	Type
〃—25 〃	03°02′N, 165°18′W	122	20.4	27.2	18.3	34.1	0.91	0.67	0.60	C
〃 〃 〃	〃 〃	129	18.5	29.7	19.4	32.3	0.93	0.65	0.57	C
〃—26 〃	03°27′N, 165°20′W	115	20.3	26.8	17.4	35.6	0.89	0.65	0.57	C
〃 〃 〃	〃 〃	131	17.1	30.2	18.8	34.0	0.90	0.62	0.50	C
〃—27 〃	02°45′N, 165°26′W	146	17.1	28.4	18.0	36.6	0.83	0.63	0.47	CB
〃 〃 〃	〃 〃	120	17.4	29.5	19.3	33.7	0.88	0.65	0.52	CB
Ⅷ— 1 〃	01°50′N, 168°00′W	129	17.7	30.5	18.3	33.4	0.93	0.60	0.53	C
〃 〃 〃	〃 〃	130	19.3	29.5	19.2	32.0	0.95	0.65	0.60	C
〃— 2 〃	01°41′N, 167°15′W	113	17.9	29.3	19.4	33.4	0.89	0.66	0.54	CB
〃 〃 〃	〃 〃	123	20.3	29.3	17.9	32.5	0.98	0.61	0.62	DC
〃— 5 〃	00°33′N, 165°08′W	136	16.7	28.9	18.6	35.8	0.84	0.64	0.47	CB
Ⅵ—19(1959)	03°27′S, 136°11′W	150	17.1	29.7	19.7	33.4	0.89	0.66	0.51	CB
〃 〃 〃	〃 〃	124	16.2	30.2	19.0	34.6	0.87	0.63	0.47	CB
〃 〃 〃	〃 〃	104	18.1	29.5	19.2	33.1	0.91	0.65	0.55	CB
〃 〃 〃	〃 〃	154	19.7	29.0	18.6	32.7	0.95	0.64	0.60	C
〃 〃 〃	〃 〃	153	20.0	28.5	18.0	33.6	0.94	0.63	0.60	C
〃—21 〃	04°52′S, 133°16′W	131	13.8	29.7	19.3	37.2	0.77	0.65	0.37	BC
〃 〃 〃	〃 〃	130	17.6	29.6	19.4	33.4	0.89	0.66	0.53	CB
〃 〃 〃	〃 〃	153	19.7	29.5	18.6	32.2	0.97	0.63	0.61	C
〃 〃 〃	〃 〃	143	19.8	29.1	18.7	33.4	0.96	0.64	0.61	C
〃—22 〃	05°02′S, 133°09′W	131	19.3	28.5	19.0	33.2	0.92	0.67	0.58	C
〃 〃 〃	〃 〃	145	18.0	29.5	19.0	33.5	0.90	0.64	0.54	C
〃 〃 〃	〃 〃	153	21.5	30.5	20.2	27.8	1.08	0.66	0.77	D
Ⅶ—22 〃	04°56′S, 148°27′W	155	20.4	28.6	19.2	31.7	0.96	0.67	0.64	C
〃 〃 〃	〃 〃	147	19.7	29.5	19.7	31.0	0.97	0.67	0.64	C
〃 〃 〃	〃 〃	153	18.6	26.8	20.3	34.3	0.83	0.76	0.54	B
Ⅶ—25(1959)	26°21′S, 172°18′E	154	19.6	29.0	20.7	30.7	0.95	0.71	0.64	C
〃—29 〃	25°57′S, 171°14′E	158	18.6	27.9	21.1	32.5	0.87	0.76	0.57	BC
Ⅷ— 2 〃	24°57′S, 166°31′E	138	21.7	26.6	19.6	32.0	0.94	0.74	0.68	C
〃— 6 〃	25°47′S, 166°20′E	137	20.3	28.3	18.5	32.9	0.95	0.65	0.62	C
〃— 8 〃	24°37′S, 165°33′E	137	19.9	29.0	20.5	30.5	0.96	0.71	0.65	C
〃 〃 〃	〃 〃	134	20.7	27.6	21.6	30.2	0.93	0.78	0.69	CB
〃— 9 〃	24°18′S, 165°23′E	128	19.2	29.1	20.0	31.7	0.93	0.69	0.61	C
〃 〃 〃	〃 〃	150	22.8	26.1	20.8	30.4	0.96	0.80	0.75	C
〃 〃 〃	〃 〃	147	18.8	27.4	25.1	28.7	0.86	0.92	0.66	AB
〃—10 〃	24°55′S, 165°17′E	139	19.7	29.3	19.3	31.8	0.96	0.66	0.62	C
〃—11 〃	24°20′S, 165°23′E	135	20.7	25.3	20.8	33.2	0.85	0.82	0.62	B
〃—13 〃	22°57′S, 161°19′E	160	19.9	27.9	19.8	32.4	0.92	0.71	0.61	CB
〃 〃 〃	〃 〃	136	20.0	29.0	21.3	29.7	0.96	0.73	0.67	C
〃—14 〃	22°35′S, 161°05′E	136	19.4	28.7	20.4	31.5	0.93	0.71	0.62	CB
〃—15 〃	22°31′S, 161°05′E	145	23.8	27.4	25.2	23.7	1.05	0.92	1.00	D

〃 〃 〃	〃 〃	151	19.8	27.7	18.7	33.7	0.91	0.68	0.59	C
〃 〃 〃	〃 〃	135	19.3	29.9	18.5	32.4	0.97	0.62	0.60	C
〃 〃 〃	〃 〃	160	17.0	30.4	19.7	32.9	0.90	0.65	0.52	C
〃— 4 〃	08°41′N, 138°36′E	141	19.6	28.5	18.6	33.4	0.93	0.65	0.59	C
〃 〃 〃	〃 〃	125	16.9	29.3	19.5	34.3	0.86	0.67	0.49	BC
〃 〃 〃	〃 〃	138	16.7	27.2	21.2	34.9	0.78	0.78	0.48	B
〃 〃 〃	〃 〃	155	17.4	29.4	18.4	34.8	0.88	0.63	0.50	CB
〃 〃 〃	〃 〃	130	18.0	28.1	20.4	33.5	0.86	0.73	0.54	BC
〃 〃 〃	〃 〃	141	20.2	27.5	18.5	33.8	0.91	0.67	0.60	C
X—16(1958)	23°22′S, 96°14′E	143	16.1	28.3	22.4	33.2	0.80	0.79	0.48	B
〃—20 〃	22°45′S, 100°28′E	160	11.6	23.7	22.7	42.0	0.55	0.96	0.28	A
〃—22 〃	22°55′S, 101°24′E	142	16.6	28.9	19.7	34.8	0.83	0.68	0.48	BC
〃—24 〃	22°45′S, 100°42′E	132	17.5	28.1	18.5	35.9	0.84	0.66	0.49	CB
XII—26 〃	13°02′S, 98°30′E	143	18.1	27.0	23.4	31.5	0.82	0.87	0.57	AB
〃 〃 〃	〃 〃	139	18.7	28.6	21.5	31.2	0.90	0.75	0.60	CB
〃—27 〃	12°28′S, 99°37′E	130	18.8	28.6	20.6	32.1	0.90	0.72	0.57	CB
I— 1(1959)	14°24′S, 90°39′E	165	17.6	28.7	19.6	34.1	0.86	0.68	0.52	CB
〃— 4 〃	12°57′S, 90°49′E	110	18.6	28.6	18.3	34.5	0.90	0.64	0.54	CB
〃 〃 〃	〃 〃	136	18.0	29.5	20.1	32.4	0.90	0.68	0.56	CB
〃— 5 〃	13°02′S, 90°29′E	143	18.4	27.9	19.6	34.1	0.86	0.70	0.54	BC
〃— 6 〃	13°01′S, 90°29′E	139	17.8	27.9	20.5	33.8	0.84	0.77	0.53	B
〃 〃 〃	〃 〃	145	17.6	29.4	20.9	32.1	0.89	0.71	0.55	CB
〃— 9 〃	14°37′S, 90°45′E	123	17.5	28.2	19.7	34.6	0.84	0.70	0.51	BC
I— 1(1959)	05°16′S, 124°46′W	152	18.3	26.4	21.1	34.2	0.81	0.80	0.54	B
〃 〃 〃	〃 〃	138	17.6	28.2	21.2	33.1	0.84	0.75	0.53	B
〃 〃 〃	〃 〃	131	20.0	30.0	22.0	27.9	1.00	0.73	0.72	C
〃 〃 〃	〃 〃	156	18.3	29.3	24.8	27.6	0.91	0.85	0.66	B
VI—19(1959)	03°27′S, 136°11′W	118	19.1	29.5	18.6	32.8	0.95	0.63	0.58	C
〃 〃 〃	〃 〃	113	14.3	29.3	20.3	36.1	0.77	0.69	0.40	B
〃 〃 〃	〃 〃	131	16.6	25.6	20.4	37.4	0.73	0.80	0.44	AB
〃 〃 〃	〃 〃	123	20.1	29.1	18.8	32.0	0.97	0.65	0.63	C
〃 〃 〃	〃 〃	168	19.9	27.1	19.7	33.3	0.89	0.73	0.60	CB
〃 〃 〃	〃 〃	170	19.4	28.3	19.1	33.2	0.91	0.67	0.58	C
〃 〃 〃	〃 〃	121	18.5	28.2	20.5	32.8	0.88	0.73	0.56	BC
〃 〃 〃	〃 〃	138	19.2	28.4	19.5	33.0	0.91	0.69	0.58	CB
〃 〃 〃	〃 〃	153	19.0	29.3	19.0	32.7	0.93	0.65	0.58	C
〃 〃 〃	〃 〃	185	18.0	28.8	19.7	33.4	0.88	0.68	0.53	CB
〃 〃 〃	〃 〃	158	28.7	20.9	14.2	36.2	0.98	0.68	0.79	D
〃 〃 〃	〃 〃	143	25.6	21.4	17.5	35.6	0.89	0.82	0.72	BC
〃 〃 〃	〃 〃	160	19.9	26.7	19.1	34.3	0.87	0.72	0.58	BC
〃 〃 〃	〃 〃	169	21.3	28.1	19.8	30.8	0.98	0.70	0.69	C
〃 〃 〃	〃 〃	135	18.0	27.4	18.9	35.8	0.83	0.69	0.50	BC

以上の二点について検討を加え，DNA 蛋白の収量の減少を最少限に留めつつ精製を行うため，DNA 蛋白の糸状沈澱の形成がその精製度の上にも，又精製操作そのものにも直接重要な役割を持つ点に着目し，既報[3)]の抽出，精製法を一部修正し，**Fig. 1** に示す方法を用いることとした。

即ち本法においては 2M NaCl で抽出し，クロロホルム法[4)]によって不純蛋白を除去し，MeOH 中で糸状沈澱を得ることを中心としてある。クロロホルム法は DNA 蛋白の蛋白部分が histone である場合は大部分の蛋白を変性せしめクロロホルム-蛋白ゲルとして除去することが出来るが，蛋白部分が protamine である場合はクロロホルムによって変性を受けず[5)] 従って蛋白部分の除去は行われない。マグロ類の DNA 蛋白の蛋白部は明確にされてないが，吾々の得た糸状沈澱は呈色試験，又トリプシン消化試験等からして，相当量の DNA 蛋白（恐らく protamine 系の蛋白と思われる）を含んでいることが推察され，又 DNA の共存も考えられる。しかし吾々の目的としている塩基構成率の検討には蛋白部分の存在はそれが塩基の分解，分離をさまたげない限り支障を来さないので，その点を検討し，DNA の場合も，又 DNA 蛋白の場合も塩基の分解，分離定量には既報[3)]の方法ですべて差異がないことを確認した。

又試料は前述の如く漁獲直後船上で非常に新鮮な状態で採取しているが，その後の凍結保存期間が相当長期に亘っている。従ってこの間における DNase 等分解酵素の影響を全く無視することは出来ない。E. Chargaff は DNase を DNA に作用さすと，アデニル酸の極めて多い芯が残ることをみている[6)]。若しこの様な酵素活性を考慮すれば当然塩基構成率に差異を及ぼす筈である。しかし分解を受けた DNA は低分子となるであろうから，果してどの程度糸状沈澱として共存してくるであろうか。又吾々の抽出した DNA はやはり DNA の混合物（種々の遺伝子より由来する DNA）と見なされるべきものである為，もし各 DNA の塩基構成率が異なり，且分解酵素が特異的に或 DNA のみに働くとすれば，未分解 DNA（糸状沈澱として得られた DNA）の塩基構成率は本来のものと自ら異ってくるわけである。この様な点については今後充分検討していきたいと思っている。

分析結果

分析結果は Table 1～3 に要約した。

Table 3 Base-composition type frequencies of tuna in some fishing area.

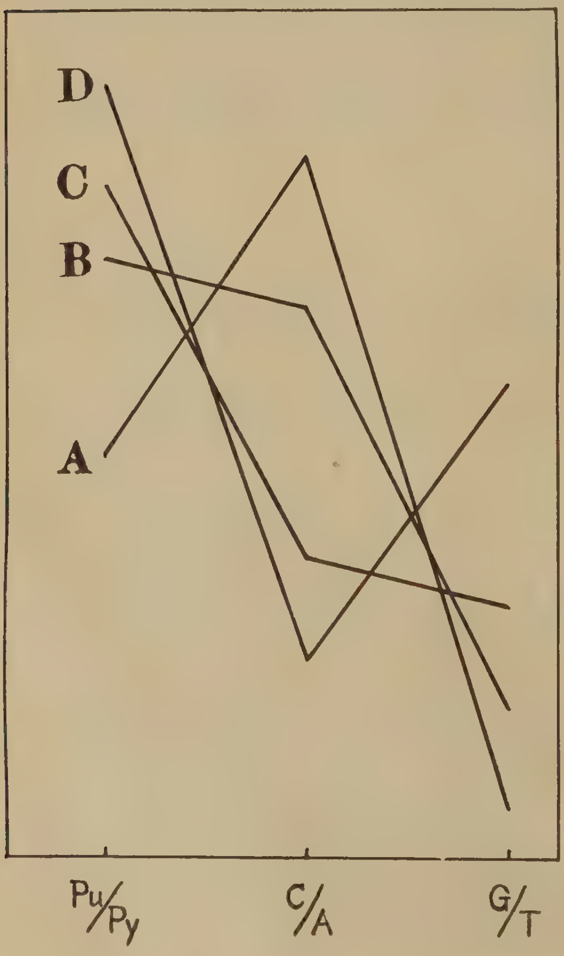
Fishing area \ Type	A	AB	B	BC	CB	C	DC	D	No. of fish
Bigeye tuna									
12～23° S, 90～101° E Oct.～Jun.	1	1	2	3	7				14
4～ 8° N, 139° E Nov.～Dec.			1	2	1	7			11
3～ 4° S, 136～137° W Jun.		1	1	4	3	5		1	15
5～ 6° S, 124～125° W Jun.			3			1			4
Yellowfin tuna									
23～25° S, 80～ 85° E Aug.		1	2	3					6
12～14° S, 90～ 99° E Dec.			1	1		2			4
10～15° S, 102～114° E Aug.				1	3	3			7
0～ 1° N, 134～135° E Jun.					2	1	1	1	5
3～6 °N, 138～139° E Nov.～Dec.	1	1	2	1		4			9
16～17° S, 159～160° E Nov.			1		1	2			4

22〜27° S, 161〜173° E Jul.〜Aug.		1	1	1	4	7		1	15
0〜 4° N, 165〜168° W Jul.〜Aug.				1	6	6	2		15
3〜 6° S, 133〜137° W Jun.			1	1	4	8		1	15

Table 1〜2 に示された如く構成塩基の分子比率はキハダ，メバチを通じて guanine 11.6 〜24.4%，adenine 21.5〜31.7%，cytosine 17.4〜25.8%，thymine 23.7〜42.0% であり，thymine の含有量割合が最も高く，adenine，cytosine，guanine の順に減少している。又測定された全試料を通じて adenine と thymine が guanine と cytosine に比して著しく含量が高いことは，マグロ類の DNA が従来までに分析された大部分の動物の DNA と同様，所謂 AT Type[7] に属するものであることを示している。

なお夫々の塩基について従来まで行われた分析結果[8] と比較すると陸上動物の DNA の場合に比して総体的にみて guanine と cytosine が稍々少く（陸上動物では 20〜23% が大部分を占めているが，マグロ類の場合は 17〜20% が大部分である），それに反して thymine が稍々多い（陸上動物では 28〜31% が大部分を占めているが，マグロ類の場合は 30〜35% が大部分である）ことが認められる。

Fig. 2 The model of Types



又 Table からも明らかなように A+C 即ち NH_2 qroup を有する塩基の合計は全測定個体を通じて，数例を除いては殆んど約50%に近く，他の生物に従来見られた結果と略々似ている。しかし乍ら各塩基の含有比率は同一魚種，或は海域によって一定した数値を示さず，各測定個体によってかなり著しい変動が認められる。この変動の大きさは既報[3] の結果からも到底分析誤差とは認め難いものである。そこで是等の変動を検討するために，吾々は各塩基の化学構造上の差異に基いて

(1) purine base/pyrimidine base (Pu/Py) 即ち A+G/T+C

(2) 第 6 の位置の炭素に NH_2 基を有する塩基の比即ち C/A

(3) 第 6 の位置の炭素に OH 基を有する塩基の比即ち G/T

の 3 つの比の値を求め Table 1〜2 にこれを示し，更に示された図の Type から A，B,C,D の 4 つの Type に分類した。Model Type は Fig. 2 に示した如くである。

なおType BC とは Type C に近い Type B，Type CB とは Type B に近い Type Cの意味で，Type AB，DC 等も同様の意味である。

上記の方法によって得た Type を手がか

りにして測定結果を要約すると，Table 3 に示された如くであるが，この表から推察できることは，キハダ，メバチを通じて同一魚種内にあっても夫々の海域，或は季節によってこの Type の出現傾向が必ずしも一定しておらず，或海域においては或 Type が特に優勢に出現するという場合が認められるということである。例えば印度洋のキハダについてみると，中部印度洋から東に移るにつれて Type の出現傾向が B から C に次第に変化して行くように認められる。又 130°W，160°W 附近の二海域の場合は，何れも Type の出現傾向は同様であり Type C が中心である。しかしこの Type の出現傾向と海域との関連については現在の所未だ測定個体数も少く，又海域によって試料数が夫々異っているため，今後はこの点に重点を置いて検討を進めて行きたいものと考え，現在広範囲に渉って各海域別にキハダ，メバチ夫々 15 尾宛の試料を依頼採集中である。

なおキハダとメバチの魚種間の比較においては Table からも明らかなように，その差異を見出すことは出来なかった。この点については塩基構成率以外の他の面からの DNA の差異の検討が行われた場合に，明瞭な差異が認められるものと推察している。

考　　　察

DNA は今日染色体の重要構成成分として，遺伝形質の伝達に当っては何等かの重要な役割を演じているものと思われているが，生物学的多様性が核酸構造のどの様な点に起因するかというような点については未だ不明な事実が多く仮説的な域を脱していない。

E. Chargaff 等の従来の多くの研究によると，DNA の塩基構成については A+C=G+T，A=T，G=C であって，従って purine base=pyrimidine base になることが指摘されている。そして分子構造上において，「A−T」「G−T」なる塩基結合が提唱され，A+T/G+C の値は種によって異っているとされている。即ちこの値は 0.4〜1.9 の値を示し，動物の場合 1 より大で所謂 AT Type と云われている。例えば魚類においては，ニシン（1.23）[2]，マス（1.34）[9]，サケ（1.43）[10]，等の値が提出されている。この様な値は同一魚種について海域等を考慮に入れて数多く検討されたものであるかどうか不詳であるが，吾々がマグロ類について検討した結果は，前記の如く同一魚種間でも必ずしも同一塩基構成率を示さなかった。そこで既述の如き意味の上から pu/py，C/A，G/T の 3 つの値より一応 4 つの Type を想定したのであるが，更にこれらの Type について各塩基の数値の関係を検討してみると，Type A 及び Type B では T>A，C>G の場合が大部分で必ずしも「A−T」，「C−G」結合のみとは考えられない。次に Type C では T>A C≒G の場合が大部分であるが T−A の値は大体においてType A及び B のそれより小であり，A≒T に近いとみることが出来そうである。Type D は未だ出現個体数も少くその数値上の傾向は明瞭でない。又 purine base と pyrimidine base の関係については，Type A 及び B は purine base <pyrimidine base の傾向が強く現われているのに対して Type C 及び D は大体において purine base ≒ pyrimidine base の傾向が認められる。この様にしてみると是等 4 つの Type は，A，B 系と C，D 系とに 2 区分されそうにも思われる。この様ないくつかの Type については今後更に検討を行う予定である。

しかし仮に同一魚種においてこの様に DNA に幾つかの Type が存在するとしても，是等分類された塩基構成の Type の生物学的意義については現在のところ明確な根拠がなく，塩基構成の遺伝生化学的問題が解決されない限り常にこの問題は残るわけであるが，同一魚種であってもこのような異った Type の出現が確認され，且これらの Type の出現傾向が海域等との間に関連があるとすれば，やはり種族系統解明の一つの手段ともなり得るものと思われる。

又同一魚種内において塩基構成率に差異のある group が認められながら異った魚種間（キハダとメバチの如き）においてそれ以上の差異が全く認められないことは一見不合理の如くも考えられるが，このことは DNA の高分子構造の多様性からして充分あり得ることで，前にも述べた如く DNA の差異の検討を行う場合塩基構成率の検討は，単に DNA の差異を極一面から試みたに過ぎず，従って魚種間の差異は塩基

構成率以外の 他の異った手段を用いて 別の面からの 検討を行った場合に，その面からの差異が明瞭に出現するという場合も考えられる。従って吾々は本研究と併行して，DNA の免疫化学的研究を行うべく現在 DNA の抗原性について検討を行っている。

なお又現在吾々が検討している DNA はやはり DNA 混合物である可能性が高いので，求めた塩基構成率も平均値であると考えなければならないであろう。しかし現状としては吾々は一応この様な基本的な問題を常に考慮しつつ検討を進めて行く積りである。

この報告に用いた試料の採集に努力下された水産試験場，水産高等学校調査員の方々，当水研の調査員各位並びに試料保管に当って御協力を得た日本冷蔵株式会社に対し深謝する。

なお本研究の遂行に当り終始御協力を戴いた当研究所利用部職員並びに分析に助力を戴いた中谷光里嬢に深く謝意を呈する。

要　　約

キハダ，メバチの精巣 DNA の塩基構成率を検討し，二.三の知見を得た。以下要約すると次の如くである。

① キハダ，メバチの DNA はやはり A T 型ではあるが，陸上動物の DNA に比し総体的に guanine と cytosine が稍々少く thymine が稍々多い。

② 同一魚種においてもその塩基構成率は必ずしも一定でなく，(既述の様な Type 分類方法によって) 幾つかの group 的な Type に 分けられることを考察した。

③ 分類した各 Type の出現傾向と海域との間には 何等かの相関的傾向があるのではないかと 思われるが，今後この点を明らかにすることに重点を置いて検討して行きたいと思う。

④ 異った魚種間 (キハダとメバチの如き) における塩基構成率の差異は同一魚種間の差異に比して特に著しい点は認められなかったが，異った魚種間の DNA の差異は 塩基構成率以外の 面に強く現われるのではないかと推察している。

文　　献

1) E. Chargaff and R. Lipshitz : *J. Am. Chem. Soc.*, **25**, 3658 (1953)
2) G. R. Wyatt : *Biochem. J.*, **48**, 584 (1951)
3) 藤井・日笠 : 南水研報告 **9**, 136 (1958)
4) M. G. Sevage and J. Smolens : *J. Biol. Chem.*, **140**, 833 (1941)
5) 鈴木 : 東大理工学研究所報告 **11**, 177 (1957)
6) 江上・柴谷 : 〃核酸〃 p.79, 共立出版 (1955)
7) E. Chargaff, S. Zamenhof and L. Kerin : *J. Am. Chem. Soc.*, **72**, 3825 (1950)
8) E. Chargaff and J. N. Davidson : 〃Nucleic Acids〃Vol.1 p.348 Academic Press inc., Publishers New York, N. Y. (1955)
9) M. M. Daly et al. : *J. Gen. Physiol.*, **33**, 497 (1960)
10) E. Chargaff et al. : *J. Biol. Chem.*, **192**, 223 (1951)
11) J. D. Smith and G. R. Wyatt : *Biochem. J.*, **49**, 144 (1951)

マグロの種族系統の生化学的研究

Ⅲ. マグロ類DNAの抗原性について*

藤井　豊・日笠七郎
(南海区水産研究所)

Biochemical Studies on the Races of Tuna

Ⅲ. Antigenic Properties of DNA of Tuna

Yutaka FUJII, Shichirô HIGASA
(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

For the biochemical studies of races of tuna one method is the research on the base composition of DNA of tuna[5) 6)].

This report deals with the immunochemical method.

As antigens we injected in the ear-vein of rabbits purified DNA solutions of tuna which was eliminated protein, and from this injection we obtained anti-sera. This result was a confirmation of the conjecture made by J. H. PHILLIPS et al. from experiments with DNA of bacteria, that DNA has antigenic properties.

Moreover, after investigating the antigen-antibody reaction by the agar-diffusion method, for which we used the anti-sera and the antigen DNA solutions, we found that in the DNA of the same species (Yellowfin tuna or Bigeye tuna) there exist groups that show a positive reaction against a certain anti-serum and other groups which do not react. This result tells us that we can possibly distinguish several groups even in the same species of fish, according to the difference of the antigen properties of DNA.

Deoxypentose nucleic acid (DNA) が血清学的な反応性（即ち抗原性）を示すということに関しては従来までに幾つかの研究が報告されている。しかしこれらの研究結果は何れも検討の余地があることはJ. H. PHILLIPS et al.[1)] の指摘している通りである。即ち彼等はD. LACKMAN et al.[2)] の研究結果は，抗原ー抗体反応形成の際の pH やイオン強度に問題があり，又同様に U. BLIX et al.[3)] については抗原ー抗体反応の特異性が DNA そのものにあるのか，或は DNA 以外の混入不純物にあるのかという点で不明確なことを指摘している。これらの点を明らかにするため，J. H. PHILLIPS et al. は免疫用抗原として bacteria からの 0.5% phenol 抽出液を使用して得た兎の血清を用いてゲル拡散テスト[4)] を行い，生ずる沈澱の幾つかの band の中に Feulgen 反応陽性の部分があること，DNA 調製後 DNase を作用せしめた場合そ

---

* 南海区水産研究所業績　第136号

の抗原組成の或部分が消失すること，又 bacteria DNA を用いて作った抗血清と牛の胸線及び鮭の sperm から採取した DNA との間に cross 反応が認められること等から DNA が抗原的特異性の因となっていることを推論している。

著者等は現在マグロ類の種族系統判別の手がかりの一つとして DNA の塩基構成率の検討[5) 6)]を行っているが，更にこの血清学的手法を用いて DNA の差異を検討し，上記目的解明たのめの一つの手段とするためにマグロ類 DNA の抗原性の有無，並びに免疫家兎血清とその抗原として用いたマグロ類 DNA との間のゲル拡散法についての基礎的条件の検討を行ったので報告する。

実　験　方　法

1．抗原試料の調製

船上にて採取後直ちに凍結貯蔵されたマグロ類精巣試料を凍結状態のままで入手したものについて，筆者等の方法[6)]に従って homogenize 後，0.14M NaCl soln.(0.05Mクエン酸ソーダを含む）で数回洗滌し更に 2M NaCl soln.（0.02M クエン酸ソーダを含む）にて抽出したものをクロロホルム法[7)]にてクロロホルムー蛋白ゲルが出現しなくなるまで繰り返し除蛋白し，除蛋白液を MeOH 中に投入し，生ずる繊維状沈澱を約 0.05% trypsin 溶液に溶解し数時間 35°C 恒温中で作用せしめ，残存核蛋白を分解後 DNA を EtOH で沈澱せしめ，沈澱を0.9%生理食塩水にて再溶解して 4°C±3°C 附近で保存し抗原用 DNA 溶液とした。この様にして調製した DNA 抗原液は Biuret 反応，坂口反応共に陰性であった。調製した抗原用 DNA の詳細は Table 1 に示した。

Table 1　Original data of DNA for antigen

No. of antigen	Species	Date of catch	Site of catch	Body length	Concentration of DNA
1	Yellowfin tuna	'58 11–29	04°–40′N 138°–52′5E	116(cm)	557 γ/CC
8		12–1	06°–35′N 138°–42′E	125	422
59		11–15	16°–59′S 159°–23′E	142	640
60		〃	〃 〃	136	432
62		'59 1–7	00°–50′N 135°–15′E	110	403
64		〃	〃 〃	117	1570
65		〃	〃 〃	125	2350
66		'58 12–24	24°–37′S 107°–26′E	140	320
71		12–26	13°–02′S 98°–30′E	128	890
73		12–27	12°–28′S 99°–37′E	154	2520
74		〃	〃 〃	145	528
75		12–31	14°–36′S 90°–48′E	148	564
402		'59 3–26	06°–45′N 70°–50′E	134	376
411		〃	〃 〃	145	528
412		〃	〃 〃	122	750
416		〃	〃 〃	130	288
25	Bigeye tuna	'58 12–4	06°–30′N 153°–20′E	125	825
29		10–22	22°–55′S 101°–24′E	142	1685
38		12–4	08°–41′N 138°–36′E	138	2053
39		〃	〃 〃	155	1035
76		12–26	13°–02′S 98°–30′E	143	838
405	Striped Marlin	'58 4–2	03°–20′N 67°–50′E	167	237
409		3–26	06°–45′N 70°–50′E	153	?
415		4–3	03°–25′N 67°–59′E	167	〃
94	Albacore	'59 1–9	14°–37′S 90°–45′E	107	3176

2. 免 疫 血 清

免疫動物としては，体重 2kg〜3kg の家兎を使用した。免疫は抗原用 DNA を家兎の耳静脈或は腹腔に約 10〜12 回注射し，最後の注射から 5〜7 日後全採血し，血清を分離した後，55°〜56°C で 30 分間非動化し，血清の $1/10$ 容の 1 %窒化ソーダを添加し，アイスクリーム・ストッカー中で −20°C で凍結保存した。

なお炭水化物性質は hapten であるということも言われているため，DNA の場合も賦活体の使用を考え egg albumine 溶液と塩化第二鉄の膠質液の二種を用いて検討した。即ち前者の場合は抗原用 DNA 溶液に対して，$1/10$ 容の egg albumine 溶液を注射の都度添加して使用し，後者の場合は竹内[8] の方法に従い，蒸溜水を煮沸しつつ塩化第二鉄飽和液を滴下し，飽和膠質溶液を作り，egg allumine の場合と同様に抗原用 DNA 溶液に対して $1/10$ 容の塩化第二鉄飽和コロイド溶液を注射の都度添加した。

又，DNA の注射量については約 15,000γ から 100,000γ までの間の種々の注射量を用いて検討を行った。この DNA の注射量は予備免疫テストにおいて，同様 12 回の全注射量 5,000γ までの注射を行って抗体形成の有無を検したが，賦活体として，塩化第二鉄飽和コロイド溶液を加えた場合も，又，賦活体を使用しなかった場合も，何れも抗体が未形成であったことを確認したために上記の如く行ったものである。次に注射方法の検討としては，耳静脈による注射と腹腔注射以外にも予備感作法の検討を行った。即ち，最初の第一回目の注射後約 3 週間置いて以後隔日に約 10 回注射を行う方法がそれである。

最後に比較のため抗原として DNP を使用し，その抗原性の有無をも合せ検討した。

3. 寒天ゲル拡散法

前記の如くマグロ類 DNA 溶液を抗原として免疫した家兎血清について，先ず抗体形成の有無を知るため免疫抗原を用いて沈降反応（重層法）によって検討し，免疫家兎血清中に抗体の形成を確認した。

次に免疫家兎血清を抗体として，免疫抗原として用いたマグロ DNA と，それ以外のマグロ抗原 DNA 溶液との相関関係を検討するために，曽良[9] の方法に従って寒天ゲル拡散法を用いた。即ち内径約 5mm のビニール管を約 10mm 位の長さに切断し，その切断面を平にしておく。精製寒天を使って食塩 0.9% を含む 1.5% の寒天溶液を作り，bacteria の発育を抑える意味で merthiolate を 0.01% に加える。又，抗原−抗体反応によって形成される白色の沈澱帯（band）の識別を容易ならしめるために trypan blue を10万分の 1 添加した。この寒天液を加熱溶解し，約 8cc を直径 9cm 高さ 2cm のシャーレに分注し，寒天平板を作る。この寒天平板が一応固まった所で，Fig. 1 の如く中央と周囲 6 ケ所にビニール管を並べる。そして更に約 8cc の寒天を管の周囲の部分に注加する。

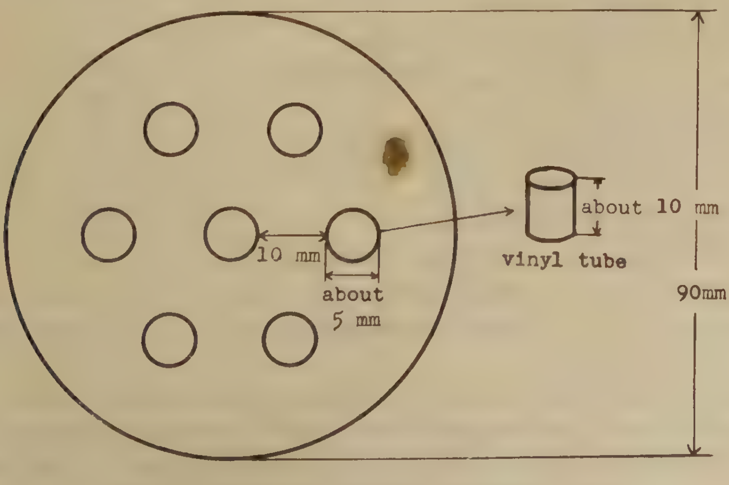


Fig. 1 Agar-plate for gel diffusion method

中央の管と周りの管との距離は総べて 10mm とした。寒天が固まってから，中央の管に免液家兎血清を，周囲の管に抗原用 DNA 溶液をそれぞれ約 0.5cc 宛注加し，シャーレに蓋をして 35°C 恒温器中で約10日間放置し反応を観察した。

実 験 結 果

得られた免疫血清の詳細は Table 2 に示した。

Table 2 Original data of antiserum

Kind of addit ion for DNA as antigen	Species of injected DNA as antigen	Method of injection	DNA contents in total injection	Number of times of injection	Formation of antibody
Not	Yellowfin tuna of No. 71	Ear vein Every other day	(γ) 25,000	10	+
〃	Striped Marlin of No. 70	〃 〃	50,000	11	+
〃	Yellowfin tuna of No. 65	〃 〃	100,000	12	+
Saturated colloidal solution of $FeCl_3$	Bigeye tuna of No. 38	〃 〃	25,000	11	+
〃	Yellowfin tuna of No. 66	〃 〃	50,000	12	+
〃	〃 〃 No. 64	〃 〃	100,000	12	+
Egg albrvmine solution	Bigeye tuna of No. 29	〃 〃	25,000	12	+
〃	Yellowfin tuna of No. 73	〃 〃	50,000	11	+
〃	〃 〃 No. 62	〃 〃	100,000	12	+
Used DNP as antigen	Albacore of No. 94	〃 〃	30,000	10	−
Not	Yellowfin tuna of No. 411	Abdominal cavity Presensitization	15,000	1+9	+
〃	Striped Marlin of No. 409	Abdominal cavity Every other day	22,000	12	+
〃	Yellowfin tuna of No. 416	〃 〃	14,000	20	+
〃	Striped Marlin of No. 405	Ear vein Presensitization	21,000	1+9	+
〃	〃 〃 No. 415	〃 〃	23,000	1+9	+
〃	Yellowfin tuna of No. 412	Ear vein Every other day	21,000	12	+
〃	〃 〃 No. 402	〃 〃	22,000	20	+

Table 2 に示された如く，抗原として DNA を使用した兎の場合は，形成された抗体の抗体価の強弱は別として，抗体の形成については重層法，寒天ゲル拡散法の何れの方法においても確認された。しかし抗原として核蛋白を使用した場合はその抗体の形成の確認は重属法においても不明瞭であり，寒天ゲル拡散法においては全く陰性であった。

又，全注射量約 15,000〜100,000γ の範囲においては，何れも免疫家兎血清中に明らかに抗体形成を確認することができた。しかし J. H. Phillips et al. の実験においては全注射量 1,700γ で抗体の形成をみているが，前にも述べた如く我々の予備テストにおいては，全注射量 5,000γ までは抗体の形成を認めることが出来なかった。このことは免疫用抗原 DNA として J.H.Phillips et al. は bacteria よりの

Table 3 Relationship between concentration of antibody and antigen

Antiserum	DNA as antigen	No. of vinyl tube (1) Concentration of DNA	(1) Formation of band	〃 (2) Concentration of DNA	(2) Formation of band	〃 (3) Concentration of DNA	(3) Formation of band	〃 (4) Concentration of DNA	(4) Formation of band	〃 (5) Concentration of DNA	(5) Formation of band
Yellowfin tuna of No.65	Yellowfin tuna of No.65	γ/cc 2330	+	γ/cc 1165	+	γ/cc 582	±	γ/cc 291	−	γ/cc 145	−
Bigeye tuna of No.38	Bigeye tuna of No.39	1035	+	518	+	259	±	129	−	65	−
Yellowfin tuna of No.66	Yellowfin tuna of No.66	320	−	160	−	80	−	40	−	20	−
〃 No.64	〃 No.64	1570	+	770	+	385	−	192	−	96	−
〃 No.62	〃 No.62	403	−	202	−	101	−	50	−	25	−

0.5% phenol 抽出液をその儘用いたのに対し，我々は精製した DNA 溶液を用いているという点に最も大きな原因があるように思われるが，更にこの問題については今後も研究を進めて行きたいと思っている。

次に注射時における賦活体の添加については，我々のテストした範囲においては，飽和塩化第二鉄コロイド溶液のみが多少賦活体としての効果を示したと思われる程度で，特に有効な賦活体は現在の所見出されていない。従ってこの賦活体についても今後検討を進めて行く予定である。

又，注射回数及び，注射方法についてみると，注射回数の場合は，注射量との間に関連があるものと思われるが，10回以上20回まで行ったが，特に著しい影響は認められなかったようである。注射方法については，腹腔注射，予備感作法等について検討したが，何れも耳静脈への隔日注射の場合に比較して特に抗体価の高い血清を得ることは出来なかった。このため今後は耳静脈注射法による隔日12回の注射によって家兎の免疫を行うこととした。

更に調製免疫家兎血清を用いて寒天ゲル拡散法によって，抗原用 DNA との間に抗原－抗体反応を生じたことを確認出来るための，抗原用 DNA の濃度限界を検討した。この場合は予備テストで予めゲル拡散法によって band の形成された（Plate I）免疫家兎血清と，抗原用 DNA とを用いて実験を行った。結果は Table 3 に示す如くであった。

Table 3 より明らかな如く形成 band 確認の抗原用 DNA の濃度限界は，対応免疫家兎血清中の形成抗体の濃度によって変動を示すように思われる。従って免疫家兎血清を調製するたびに，その血清に対する抗原の濃度限界を検討する必要があるものと考えられる。只今回の我々の調製した免疫家兎血清に対しては，大体 500γ/cc 附近が抗原の形成 band 確認の限界濃度であるように思われた。

次に総べての調製抗原用 DNA と，免疫家兎血清との間の関係を検討したが，結果は Table 4～6 に示した如くであった。

Table 4～6 より要約されることは異った魚種間においては，抗原－抗体反応が認められないこと，及び同一魚種内においても或免疫血清に対して band を形成する抗原 group と band 未形成の group とが存在すること，例えば，キハダの抗血清 62，64，65，66 に対しては抗原 64，65，66 は何れも band を形成するが，他の抗原 59，60，75 では band の形成は見られなかった。（しかし抗原 74 は抗血清 64

Table 4 Results of antigen-antibody reaction between DNAs of Yellowfin tuna and Striped Marlin in the same fishing area (3~7°N, 67~71°E)

Antiserum / Antigen	Striped Marlin 405	Striped Marlin 409	Striped Marlin 415	Yellowfin tuna 402	Yellowfin tuna 411	Yellowfin tuna 412	Yellowfin tuna 416
Striped Marlin 405	+	+	+	−	−	−	−
〃 409 〃	+	+	+	−	−	−	−
〃 415 〃	+	+	+	−	−	−	−
Yellowfin tuna 402	−	−	−	+	+	+	−
〃 411 〃	−	−	−	+	+	+	+
〃 412 〃	−	−	−	+	+	+	+
〃 416 〃	−	−	−	+	−	+	+

Table 5 Results of antigen-antibody reaction between DNAs, of Bigeye tuna in different fishing area

Antiserum / Antigen	38	29
25	−	−
29	−	+
39	+	−
76	+	−

Table 6 Results of antigen-antibody reaction between DNAs of Yellowfin tuna in different fishing area

Antiserum / Antigen	62	64	65	66	402	411	412	416
62	+	−			−	−	−	−
64	+	+	+	+		−	−	
65	+	+	+	+	−	−	+	−
66	+	+	+	+		−	+	
74	−	+	−	+	+	+	+	+
75	−	−	−	−	+	−	+	+
402	−	+	−	−	+	+	+	−
411	+	+	−	+	+	+	+	+
412	+	+	−	−	+	+	+	+
416	−	+	−	−	+	−	+	+
59	−	−	−	−	−	−	−	−
60	−	−	−	−	−	−	−	−

にのみ（＋）で，抗血清 65,66 には（－）であった。この点については後述する。）

これらのことから，62，64，65，66 のキハダの DNA は関連ある抗原性を示すものであることが推定される。

同様のことはメバチにおいても推察出来る。即ち抗原 39，76 は共にメバチ抗血清 38 に対して（＋）であったが，メバチ抗血清 29 に対しては（－）である。逆に抗原 29 は抗血清 29 に対しては当然（＋）を示したが，抗血清 38 に対しては（－）であった。又，抗原 25 は抗血清 38，29 の何れにも（－）であった。これらのことは 4 種のメバチ抗原の中 39 と 76 は関連性を示し，又 38 とも恐らく関連ある抗原性を示すであろうと思われ，他の 25 と 29 は夫々異った抗原性を示すものと考えられる。

次に異った海域間のキハダ DNA の抗原性の関連性について見ると，未だ検討した個体数が少く，加えて使用血清の免疫法等が夫々異っているため，詳しい考察は次回に譲るが，一応 Table 6 に示された範囲内においては，中部印度洋 group のキハダ 402，411，412，416 と東部印度洋のキハダ 74，75 は強い関連性を示し，同様にマーシャル海域 group のキハダ 62，64，65 とジャワ南方海域のキハダ 66 は強い関連性が認められる。又，中部印度洋のものと，ジャワ南方海域及び，マーシャル海域のものとの間には部分的に関連性が示され，同様にマーシャル海域のものと東部印度洋及び中部印度洋のものとの間には，部分的関連性が認められた。

これに対して南太平洋のものは前記何れの海域のものとも関連を示していない。

なお抗血清 64 と抗原 74，416 との間の（＋），抗血清 412 と抗原 65，66 との間の（＋）等については前者の場合は抗原 62，64，65，66 の間に強い関連性が認められているので，抗血清 62，65，66 と抗原 74，416 との間にも，又，後者の場合も同様抗原 402，411，412，416 の間に強い関連性が認められているので，抗血清 402，411，416 と抗原 65，66 との間にも band の形成が認められそうである。しかし，本実験においては（－）の結果が得られている，これに類したことは，本実験の範囲においても，この例以外にも二,三 の場合に認められる。このことについては，免疫動物の個体差，抗原－抗体反応における濃度の関係，多抗原的な考え方等種々の問題も関連するので，今後充分な検討を行う予定である。

考　　　察

前に述べた如く DNA の抗原性については，J.H. Phillips et al.[1] がその研究結果から抗原性を有することを確認しているが，この場合免疫用抗原として使用した DNA は 0.5% phenol による bacteria からの抽出液であるため明らかに蛋白質の混入が推定されるが，得られた抗血清に対する抗原－抗体反応のテストに使用する抗原 DNA は各種の方法で除蛋白，精製されたものである。我々は免疫用抗原としての DNA も，又反応テストに用いた DNA も共に除蛋白，精製したものを用いたのであるが，同様に，DNA の抗原性を確認することことが出来た。

このことから免疫学的手法がマグロ類 DNA の同定，差異の検討を行う一手段となりはしないかと推察している。従って我々は先[2~6] のマグロ類核酸の塩基構成等の検討と相俟って両面からマグロ類 DNA の差異の検討，更には種族系統との関連の検討をも行って行きたいものと考えている。

しかしながら，今後この免疫学的手法を用いて研究を進めて行く場合，次のような問題が現段階において生じている。

1） 抗原－抗体反応により形成される band の種類について

本実験において形成を確認された band は必ずしも常に一定の band ではなく，その形成の位置（中央のビニール管寄りの位置，外側のビニール管寄りの位置，或は両管の略々中央部等）が多少異っているものが一部認められ，従って形態も中央に彎曲したもの，外側に彎曲したもの（現在大部分がこれに属する）或は直線的なものと現在 3 種が確認されている。この点については今後寒天ゲル拡散法の条件の決定（抗原，抗体の滲透，拡散の問題を含む）等と併せて数多くの抗原－抗体反応のテストを進めて行くことによって次

第に明らかになって行くものと考えている。

2) 免疫血清中の抗体価について(免疫方法)

寒天ゲル拡散法に使用する免疫家兎血清中の抗体価は高い程抗原一抗体反応の band の形成も明瞭となり，且つ1回のテストの使用量も僅少で済むため，同一家兎血清をより多くの実験回数に使用することが可能となる。従ってより高い抗体価を有する家兎血清を得るための実験は今後も引き続き継続して行く考えである。例えば本実験における家兎への注射の際の賦活体としては $FeCl_3$ と egg albumine の2種を用いたのみであるが，前にも述べた如く，今後は更に各種の賦活体についても検討を行って行きたいものと考えている。

3) 寒天ゲル拡散法により形成される band の関与物質について

寒天ゲル拡散法により形成された band に DNA が関与していること，即ち本実験における抗原ー抗体反応の特異性が DNA に依るということを確認するため，直接 band の部分を切り取り検討を行っているが，未だ直接的な証明を得るには至っていない。この証明は今後も引き続いて行いたいものと考えている。只，現段階においては兎の免疫用抗原として用いた DNA もテスト抗原として用いた DNA も共に蛋白質を含まないことを Biuret，坂口反応等によって，定性的に確認しているため，両者の抗原ー抗体反応による band の形成には DNA 以外のものは関与していないものと推定している。

要　　　約

マグロ類 DNA の異同を免疫化学的に研究するため，その抗原性について検討した。

即ち

1) マグロ類 DNA をクロロホルム， trypsin 消化等の方法によって除蛋白，精製し免疫用抗原として用いた。

2) 免疫用動物として家兎を使用し，免疫方法としては賦活体として，飽和塩化第二鉄コロイド溶液或は egg albumine 溶液を併用して，耳静脈及び腹腔への10〜12回の注射を行い(全注射 DNA 量 15,000〜100,000γ)抗血清を得た。

3) マグロ類 DNA が抗原性を有することを確認した。

4) 寒天ゲル拡散法によって，抗原ー抗体反応による band の形成を確認するには一定の抗体価を有する抗血清に対し，夫々限界抗原濃度が存在することを推察した。(本実験の場合は大体 500γ/cc 附近であった。)

5) 免疫学的手法に寒天ゲル拡散法を用いて，抗原ー抗体反応により band の形成されるかどうかを検討することによって，マグロ類 DNA の差異の検討，判別を若干のものについて行った。

6) その結果同一魚種内においても，或免疫血清に対して band を形成する抗原 group と band を形成しない group とが存在することを，キハダ，メバチにおいて確認した。

本実験の遂行に当って終始協力を戴いた，南水研利用部諸兄，並びに家兎の飼育，分析に協力を得た本研究室，中谷光里嬢に深く感謝する。なお又，試料採集にあたって，全国公庁所属船，日本冷蔵株式会社に多大の御協力を戴いている。併せて深く謝意を表する。

文　　　献

(1) J. H. Phillips, W. Braun and O. J. Plescia : *J. Am. Chem. Soc.*, **80**, 2710 (1958)
(2) D. Lackman, S. Mudd et al. : *J. Immunol.*, **40**, 1 (1941)
(3) U. Blix, C. N. Iland and M. Stacey : *Brit. J. Exptl. Pathol.*, **35**, 241 (1954)
(4) M. W. Wilson and B. H. Pringle : *J. Immunol.*, **73**, 232 (1954)
(5) 藤井，日笠：南水研報告，**9**，136 (1958)
(6) 藤井，見元，日笠：本誌，第2報
(7) M. G. Sevage and J. Smolens : *J. Biol. Chem.*, **140**, 833 (1941)
(8) 古畑：″血液型学″ p. 195 医学書院 (1957)
(9) 進藤：″血清反応とその実際″ p. 40 医学書院 (1956)

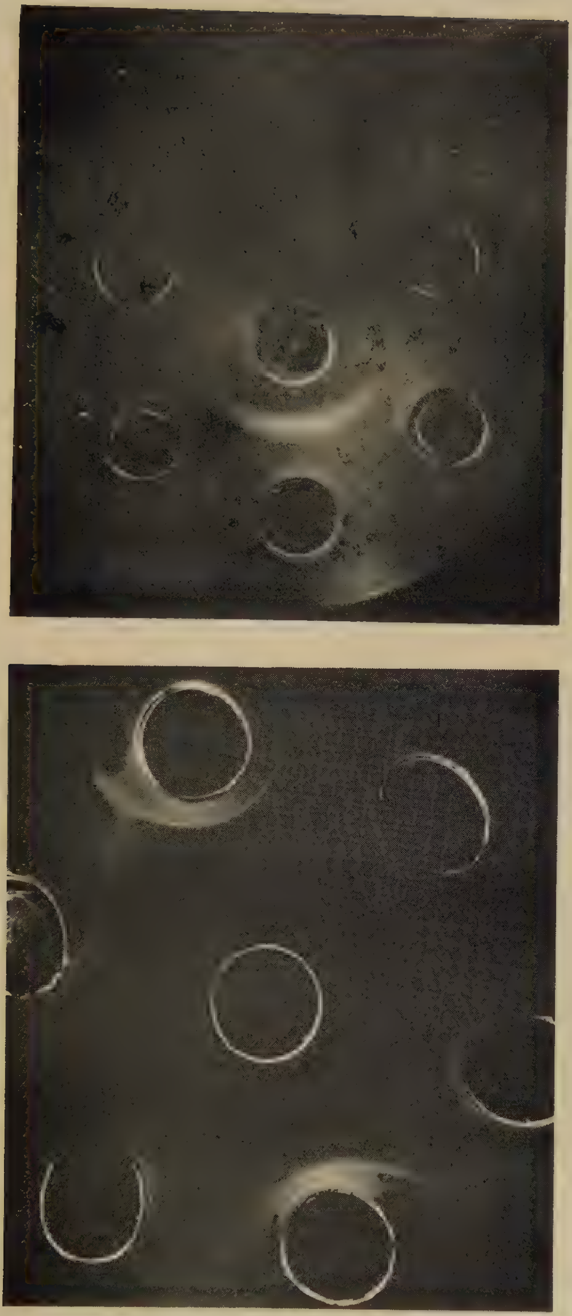


Plate I Band formed by gel diffusion method
upper—Band formed inside of two vinyl tubes
lower—Band formed outside of two vinyl tubes

マグロの種族系統の血清学的研究—II

Tg式によるビンナガの血液型出現率

（その1）インド洋及び北西部太平洋の比較*

鈴木秋果・森尾忠夫・見元孝一

（南海区水産研究所）

Serological Studies of the Races of Tuna — II

Blood Group Frequencies of the Albacore in Tg-system

Part I. Comparison of the Indian and the Northwestern Pacific Ocean

Akimi SUZUKI, Tadao MORIO and Kôichi MIMOTO

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

Introduction

Based on biological findings as well as the fishing conditions concerned, SUDA,[1] KUROGANE and HIYAMA[2)3)4)] reported as follows :- While there is a clear distinction between the albacore of the North Pacific and that of the South Pacific, no sharp line could be drawn between the South Pacific albacore and that of the Indian Ocean. It is presumed that in the latter case they are not two subpopulations separated completely; they may have been intermingled in some degree.

The present paper is intended to examine the abovementioned hypothesis based on serological methods, as a part of serological studies of the subpopulations of tunas by the writers.

In the previous report[5] the writers have pointed out that two kinds of antigens, Tg_1 and Tg_2 could be detected from the erythrocytes of albacore by immunization and absorption tests; consequently, the albacore could be classified into four blood groups. In the present paper the writers want to report on the results obtained from the blood samples taken from 300-odd albacores caught in the Indian Ocean and those from 500-odd same species in the Northwestern Pacific. It has been found that a conspicuous difference in the frequencies of Tg-blood types exist between the two.

---

* 南海区水産研究所業績 第137号

The authors owe very much the crew of Tosa-Kaien-Maru, the stuff of Shimizu Food-stuff Co., Ltd., Messrs. Y. YABUTA and Y. WARASHINA for their co-operation extended in collecting samples : also appreciate valuable suggestions and encouragement given by Drs. J. E. CUSHING and G. J. RIDGWAY, Messrs. S. HIGASA and K. FUJINO.

Materials and Methods

It is rather easy to collect frozen blood samples of albacore from the Indian and the South Pacific Oceans, where numerous large sized long-line fishing boats equipped with refrigerators are operating. On the other hand, it is a very difficult task to secure the same from the North Pacific area, where fishing vessels are limited in smaller sizes with no refrigerators. In this case there is no choice but to collect blood samples from the fish unloaded at the fish market.

I *Albacore in the Northwestern Pacific Ocean*

1) *Blood Samples*

Albacore is caught by the pole-and-line fishery near the Japan Island, exclusively in the fishing grounds off Nojimazaki, in April through July. The catch is unloaded principally at Yaizu, Shimizu or Misaki. Most of the albacore are fairly fresh, not being kept in refrigerators but stored with ice. Under this condition it was considered that destruction or hemolysis of the cells (erythrocytes) may not be caused.

To confirm this we conducted preliminary investigations, in the course of which the cells of bigeye tuna and albacore kept in the hold of the fishing boat for several days or a week were examined with a microscope. Those cells withstood centrifugal separation and washing.

One of the writers stayed in Yaizu during the whole month of June, 1958 to obtain blood samples from the fish landed at Yaizu Fish Market. A comparatively large quantity of cells from the individual fish was available for agglutination and absorption tests; only 2.6 percent of the fish had no value. To collect the blood samples , the conus arteriosus was cut beneath the gills, or a syringe was applied.

2) *Absorbed Serums*

Anti-Tg_1 and anti-Tg_2 absorbed sera were prepared beforehand at Kochi and transported to Yaizu kept in dry-ice, from which the same qualities of absorbed serums for the identification use at Yaizu were developed. (Table 1)

Method to prepare absorbed anti-serums

To one part of rabbit immune anti-serum of 1/20—1/30 strength dilution, 5—10 parts of fresh or boiled compact cells were added to stand for 90 minutes at 38° C, another 30 minutes at room temperature stirred at intervals; the abovementioned absorption was repeated until it was completed.

3) *Agglutination Test*

This test was performed by the hole-glass method.

Cells : 2 percnt suspention of cells washed centrifugally in 1.5 percent NaCl solution.

Anti-serums : 1/60—1/120 solution.

Table 1 Absorbed Serums

No.	Cells for immun.	Cells for absorp.	Antibody	Cells for inspection: Tg_1 1−17	Tg_1 1−7	Tg_1 Y−7	Tg_1 C−25	Tg_2 1−6	Tg_2 36	Tg_2 D−27	Tg_2 C−46	Tg_2 Y−56	Tg_2 Y69	Tg_1 Tg_2 1−14	Tg_1 Tg_2 C−4	Tg_1 Tg_2 Y−74	O 4	O Y43	O Y−92
1	73 Tg_1	34 Tg_2	anti Tg_1	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−
2	〃	69 Tg_2	〃	+	+	+	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−
3	69 Tg_2	4 0	anti Tg_2	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−
4	〃	73 Tg_1	〃	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−	−
5	73 Tg_1	Y−56 D−27 Tg_2	anti Tg_1			+	+			−	−	−	−		+	+		−	−
6	〃	D−27 C−46 Tg_2	〃			+	+			−	−	−	−		+	+		−	−
7	〃	Y−56 Tg_2	〃			+	+			−	−	−	−		+	+		−	−
8	69 Tg_2	Y43 Y92 0	anti Tg_2			−	−			+	+	+	+		+	+		−	−
9	〃	Y−7 Tg_1	〃			−	−			+	+	+	+		+	+		−	−
10	〃	Y−43 Y−92 0	〃			−	−			+	+	+	+		+	+		−	−

Note 1) Numbers 1,2,3 and 4 absorbed sera were prepared at Kochi, but others were prepared at Yaizu.

2) The cells of numbers 1−17,1−7, 1−6,1−14,36 and 4 were stored at −20°C with glycerol mixture, and were used as standard to prepare the numbers 1,2,3 and 4 absorbed sera. The other cells were sampled and used at Yaizu.

3) The sera of numbers 6,9 and 10 were prepared by absorption with fresh cells, and the others were prepared using the boiled cells.

II *Albacore in the Indian Ocean*

1) *Blood Samples*

One of the writers obtained blood samples from 400-odd albacore caught in the Indian Ocean on board the Tosa-Kaien-Maru of Muroto-misaki Fishery High School : the samples were treated on his return to Kochi. The blood was collected in test tubes as soon as tuna were brought on deck. Adding a glycerol mixture (solution 1 or 2) and shaking , the blood was frozen and stored at −15°∼−20°C. In addition, cells from 50 fishes were centrifugally separated, washed and stored for the later use of immunization and absorption.

Note : Glycerol Mixture

Solution 1 : 40 parts glycerol
60 parts sodium citrate 5 %
20 ∼ 40 p. p. m. chloromycetin

Solution 2 : 40 parts glycerol
60 parts tripotassium citrate—buffer solution
(3.25% tripotassium citrate
0.6% dipotassium hydrogen phosphate
0.47% potassium dihydrogen phosphate
20∼40 p.p.m. chloromycetin)

About 5 percent of the total frozen blood samples had hemolized in the course of the glycerol being eliminated.

In the following table Solution 1 shows a better result than Solution 2 . (Period of storage ……… three∼four months)

Glycerol Mixture	Sampled Number	Hemolized Number	Hemolized %
Solution 1	265	8	3.0
Solution 2	140	14	10.0
Total	405	22	5.4

2) *Absorbed Serum*

In this test absorbed serums were prepared under the abovementioned conditions, only boild cells being used in the process of absorption.

3) *Agglutination Test*

When the glycerol-frozen samples arrived at Kochi they were thawed to remove glycerol applying Cushing-Ridgway-Durall′ s method[6]. After the cells were centrifugally separated and washed, the hole-glass method was performed under the conditions mentioned above.

Results and Discussion

As explained previously, the blood samples from the Indian Ocean had been stored in refrigerators with glycerol mixture, while those from the Northwestern Pacific had been prepared from the fish preserved in the ship hold applying ice for several days. Naturallv, it may be possible in the latter case that the sensitivity of the blood cells is affected by the storage conditions and microbial contamination. Further studies in this connection are to be carried on.

At the present moment, the writers take the results obtained so far reasonable baced on the absorption tests.

The blood group frequencies of albacore caught in the North Pacific and the Indian Ocean are shown in Table 2 and 3 attached.

Table 2 Blood group frequencies of the albacore which were caught in the North Pacific Ocean and landed at Yaizu Port.

Date of Sampling 1958.	Date of Catch	Site of Catch Long. N	Lat. E	Blood Group Tg_1	Tg_2	Tg_1 Tg_2	0	Total	Remarks
VI−11	VI− 6∼VI− 9	31°∼32°	142°∼143°	1	34	1	5	41	Tube #1
−12	V−31∼VI−10	32°∼35°	133°∼148°	0	23	2	0	25	〃
−13	·········			0	13	2	1	16	〃
−14	VI− 4∼VI−12	32°∼34°	143°∼145°	1	26	2	1	30	〃
−14	〃(?)	33°(?)	143°∼144°(?)	0	17	3	1	21	〃
−15	VI− 3∼VI−11	31°∼35°	143°∼147°	0	18	0	1	19	Syringe #2
−15	VI− 5∼VI−11	31°∼33°	142°∼147°	0	18	0	3	21	Tube
−17	VI− 7∼VI−14	32°∼34°	143°∼146°	1	15	1	4	21	Syringe
−18	VI−10∼VI−15	33°∼34°	143°∼144°	1	31	2	3	37	Syringe, Tube
−19	VI− 6∼VI−15	32°∼33°	143°∼147°	0	23	1	1	25	Syringe
−19	VI−13∼VI−16	31°∼34°	143°∼145°	0	18	1	1	20	〃
−20	VI− 7∼VI−16	33°∼36°	142°∼149°	1	19	3	1	24	〃
−20	VI−14	32°∼33°	144°∼145°	0	22	0	2	24	〃
−21	VI−16	30°∼31°	138°	0	23	1	1	25	〃
−21	VI−14∼VI−18	35°∼36°	148°∼149°	0	15	1	0	16	〃
−21	VI−13∼VI−16	31°∼33°	142°∼145°	0	27	1	2	30	〃
−22	VI−15(?)	32°(?)	(?)	0	49	2	4	55	〃
−23	VI− 6∼VI−19	35°∼36°	148°∼149°	1	41	3	3	48	Tube
−24	VI−10∼VI−19	32°∼35°	144°∼149°	1	18	2	4	25	〃
Total	Actual Number :			7	450	28	38	523	
	% :			1.3	85.9	5.3	7.3	100	

#1 Tube ········· Blood taken by test tubes.
#2 Syringe ········· Blood taken by syringe.

Table 3 Blood group frequencies of the albacore caught in the Indian Ocean.

Fishing Ground	Central Indian Ocean		South eastern Indian Ocean								Indian Ocean Total	
Date of Catch	1958 Jun.28∼29		Jul.9∼19		Jul.20∼28		Jul.30∼ Aug. 5		Aug.14		Jun.28∼ Aug.14	
~~Sight~~ Site of Catch	S 10°∼12° E 76°7∼7°		S 9°∼12° E 101°∼104°		S 12°∼14° E 102°∼103°		S 14°∼15° E 100°∼104°		S 11°∼12° E 115°		S 9°∼15° E 76°∼115°	
Blood Group	Number	%	Number	%	Number	%	Number	%	Number	%	Number	%
Tg_1	4	12.1	34	13.2	10	11.8	0	0	0	0	48	12.5
Tg_2	11	33.3	74	28.5	22	25.8	2	50.0	1	50.0	110	28.7
Tg_1 Tg_2	15	45.5	128	49.5	46	54.1	2	50.0	0	0	191	49.8
0	3	9.1	23	8.8	7	8.2	0	0	1	50.0	34	8.8
Total	33	100	259	100	85	100	4	100	2	100	383	100

A remarkable difference of the blood group frequencies are to be observed between the two, those caught in the North Pacific and those in the Indian Ocean. In the former, individuals having Tg_1 antigen in their cells are very rare compared with the latter. Taking into consideration the data given in our previous paper[5], (though not so conclusive because of a small number of fish available for the experiment) the difference can be shown in the following formula:

	North Pacific	:	Indian Ocean
Tg_1 %+Tg_1Tg_2 %	6.6∼11.8 %		62.4∼77.7 %

However, individuals having Tg_2 antigen in their cells are dominant in the catches of both Oceans, i. e.

	North Pacific	:	Indian Ocean
Tg_2 % + Tg_1 Tg_2 %	82.2∼91.2 %		72.2∼78.6 %

In the present paper further discussion concerning subpopulations of albacore is not proposed. However, it may be admitted that the findings given above are not contradictory to the current hypothesis[1)4)].

To establish foundamental data , further researches are to be carried on in the Southern Pacific Ocean, making reference to the morphological findings. Thus the comparison shall be more complete. The problems concerning the antigens other than Tg types and the comparison with other species of tuna in this connection are still to be examined.

Summary

In the present paper comparisons of the blood group frequencies of albacore has been made on the blood samples taken from the fish caught in both the North Pacific and the Indian Ocean (500-odd fish in the former and 300-odd in the latter), employing Tg classification method, which was reported in the previous paper. The results are as follows:-

1) About 2.6 percent of the blood samples which were prepared from the fish caught in the Northwestern Pacific and preserved in the ship hold with ice for a week or two, had turned out hemolized. About 5 percent of the samples which were obtained from the Indian Ocean and were refrigerated at −15°∼−20°C for a period of three or four months, had also been hemolized. The remains were available for agglutination and absorption tests.

2) A remarkable difference of blood type freqencies is shown in the two, the albacore from the Northwestern Pacific and those from the Indian Ocean. Tg_1 antigen is rarely contained in the former case, while abundantly in the latter. The aforementioned results do not prove contradictory to the hypothesis supported hitherto concerning subpopulations of albacore. However, there still remains something to be studied in connection with methods and effects of preservation.

References

1) Suda, A. (1956) : Albacore of the Pacific and Indian Oceans. Tuna Fishing No. 34, the Investigative Soc. of Tuna Fishery, Japan.

2) Kurogane, K. and Hiyama, Y. (1957) : Morphometric Characteristics of the albacore, *Germo germo*, from the Northwest Pacific. Records. Oceano. Works. Japan, 4(1).

3) Kurogane, K. and Hiyama, Y. (1958) : Morphometric Comparison of the Albacore from the Northwest, the Equatorial and the Southwest Pacific. Records. Oceano. Works. Japan, 4(2).

4) Kurogane, K. and Hiyama, Y. (1959) : Morphometric Comparison of the Albacore from the Indian and the Pacific Ocean. Records Oceano. Works. Japan, 5(1).

5) Suzuki, A., Shimizu, Y. and Morio, T. (1958) : Serological Studies of the Races of Tuna—1, The Fumdamemtal Investigations and the Blood Groups of albacore. Report of Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, Japan,—No.8.

6) Cushing, J. E., Ridgway, G. J. and Durall, G. L. (1957). : The preservation of intact erythrocytes of marine vertebrates for blood group reserch. Biological Bulletin, Vol. 113, No.2,

要　　　　旨

著者等[5)]は先にビンナガの血液型が4種に分類し得る事を報告したが，その後インド洋北び北西部太平洋のビンナガ血液試料を得て，（前者300余尾，後者500余尾分）これ等試料の Tg 型に関する検索を実施し次の如き結果を得た。

1） インド洋のビンナガ血液試料は，1958年6月より8月の期間室戸岬水産高校練習船土佐海援丸船上に於て釣獲直後の魚体から採血し，直ちにグリセリン混液（グリセリン40容，5％，クエンサンソーダ60容）と混合し－15°C以下で，凍結保存したものである。実験に供する迄に3～4ケ月経過したので，全試料中約5％が溶血の為に使用出来なかった。残余の試料につき型の検索を行った所 Table 3の結果を得た。

2） 北西部太平洋のビンナガ血液試料は多くの個体の新鮮なグリセリン凍結血液試料を入手する事が実際問題として困難であるので（船型が小さく凍結設備を有しない為），魚市場に揚陸された魚体から採血して得た。即ち1958年6月焼津魚市場に揚陸された魚体中なるべく鮮度良好なものを選び，エラ部の動脈を切断し又は注射器により採取し，脱脂綿にて濾過後1.5％の食塩水にて遠心分離洗滌して血球を得た。Table 2に記載の如くこれ等魚体は1～2週間氷蔵されたものであるが，遠心分離の際溶血した試料は全採取試料中約2.6％にすぎなかった。又これ等試料を Table 1 の如く吸収血清の調製にも使用して型の検索を行い Table 2に示す如き結果を得た。

3） 以上の結果を海域別に比較すると特に Tg_1 抗原に関してインド洋及び北西部，太平洋で大きな差異が認められた。即ちインド洋では Tg_1 Tg_2 型が大きな比率を占めるが，北西部太平洋では非常に小さい。但し，試料保存の影響等今後更に検討の余地も考へられ又，南太平洋のビンナガとの関係等の問題についても現在検討中で，これについては別報にゆずる事とする。

魚体の成長，成熟に関する生化学的研究

X. マグロ，カジキ類皮膚におけるビタミンB₂*

清水泰幸・矢野真弓・日笠七郎

（南海区水産研究所）（高知女子大学）（南海区水産研究所）

Biochemical Studies on the Growth and Maturation of Fish.

X. Some Notes on Riboflavins in the Skin of Tunas and Marlins.

Yasuyuki SHIMIDU, Mayumi YANO, Shichiro HIGASA,

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory) (Kochi Women's University) (Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

Regarding the riboflavins in the skin of tunas and marlins, the following findings could be pointed out.

(Riboflavin content shown by γ per 100g of wet basis or mγ per 1cm^2)

(1) In dorsal skin a large quantity of riboflavin is contained, but takes a sudden turn for decrease with the ventral side.

(2) All of the riboflavins in the skin exist in free-form, while in other organs nearly 90% of the riboflavins exist in ester-form.

(3) The riboflavin in the skin is fairly stable against sunlight.

(4) It seems that the riboflavin content in the skin of marlins is generally less than that of tunas.

(5) The riboflavin content in the skin shows a progressive increase with the growth of fishes.

From above findings we assumed that the riboflavin in the skin has some connection with the photo-responce and that the differences of the riboflavin content in the same species related to natatorial layer.

マグロ，カジキ類の体表面を観察すると，鱗の上層に更に皮膜様部があり，マグロ類ではほぼ背半面は独特の光沢ある黒色を呈し，下半面は銀白色である。カジキ類では魚種によって夫々特徴があるが，大体青鋼色で上半面は背部に近いほどその色調濃く，下半面は比較的淡いか，又は殆ど白色である。これ等の皮膜は何れも魚体の背面及び側面にあっては極めて明瞭にその存在が認められ，その下層にある鱗の層と剝離する事が容易であるが，尾柄部及び下腹部週辺ではその存在が比較的不明瞭となっている。

先に堀田，鷲野[1]は各種魚類表皮の黒色部にビタミン B₂(以下 B₂ と記す)が存在し，その黒色度が強いほど B₂ 含量が高く，性及び季節によって変動しない事を報告している。又，今丸，船津，大島は[2] メバチの黒色表皮中に存在する多量の黄色螢光物質がリボフラビンである事をペーパークロマトグラフィー及び吸収

* 南海区水産研究所業績 第138号

スペクトルによって確めている。一般に B_2 は生体内で酸化還元系としての重要な機能を司る事は既に明にされているが，近藤[3] による植物芽ばえ期における幼芽部のフラビンと光の影響に関する実験，満田，河合，三好[4] による植物緑葉中における遊離型 B_2 と光との関係に関する推察等は，植物組織について行はれているのではあるけれども，何れも遊離型 B_2 の光生理的な意義を指摘している。これ等の事実から，魚類皮膚における B_2 の特殊な機能を推察し得る。

著者等はマグロ，カジキ類皮膚の B_2 に関する調査研究が，これ等魚類の成長過程における光線との関連，ひいては游泳水深等の生態上の問題を比較考察する上に何等かの資料となるものと考え調査分析の結果，若干の知見を得たので報告する。

実 験 結 果 と 考 察

本実験に供した試料は漁獲直後から実験時に至るまで引きつづき凍結状態にあったものである。分析方法はルミフラビン螢光法[5] による。表皮組織は非常に強靭且つ弾力性に富むため，そのままでは分析に供するための機械的な磨砕に困難である。その為1%タカジアスターゼ液を試料重量に対して等量添加し，pH4.5にて38°Cに一夜放置する事によって潰れ易くなり完全に Homogenyze する事が出来た。B_2 の型態別分画にはペーパークロマトグラフィーを採用する同法により実施した*。展開用濾紙は東洋濾紙 No.50 を用い，水飽和醋酸々性ブタノールを以って展開した。即ち，醋酸（1），水（5），n－ブタノール（4）（括弧内は容量比）の混液の上層にペーパーを浸漬し，上昇（夏季），又は下降（冬季）法にて分画した。分析数値は試料組織の生鮮物 100g 中の γ 数，又は皮膚 $1cm^2$ 中の$m\gamma$ 数を以て示し，以下文中これを濃度と記する。

1．魚体各部の B_2 について

皮膚中の B_2 を分析するに先立ち，まづ，マグロ類体主要部の B_2 量及びその型態を調査した。その結果を Table 1，2，に示す。

即ち，ビンナガによる分析の結果では，Table 1，に示すごとく背部皮膚は測定した他の部位の何れよりも，きわだって B_2 濃度が高い(13,393γ%)。又，肝臓，心室，幽門垂，脾臓等，の内臓諸器官には B_2 が高濃度に含まれており，特に肝臓はその中で最も豊富である (2,518γ%)。之に対し普通肉中には著しく乏しい(31γ%)。なお，血合肉中の B_2 は肝臓を除く他の内臓諸器官に匹適するほどの高濃度を示している事が目立っている (706γ%)。特殊な部位として眼球内にある膜様の組織には背部皮膚に次いで B_2 が濃厚である (10,632γ%)。

之等各部位の B_2 の型態を見ると Table 2，に示すごとく肉部及び内臓諸器官に対し，皮膚においては全く趣を異にし，前者が，部位によって多少の相違はあるが大部分が結合型であるのに対し，後者には結合型が全く認められず悉く遊離型である。即ち，皮膚中の B_2 は量的にも質的にも他の部位に較べて著しく異っている。一般に B_2 の生体内代謝作用における重要な機能は結合型 B_2 によって行われている事は周知であり，Table 1,2，においても酵素作用の旺盛な部位には結合型 B_2 濃度が高い傾向にある。之に対し遊離型 B_2 の意義については近藤，(3) 満田，河合，三好，(4) 等の植物組織についての研究（前述），又水中透過率の高い光線の波長（350～540mμ）と B_2 の主要吸収波長（330～480mμ）とが略々一致していること，皮膚中の B_2 が前記の如く悉く遊離型であること，及び Goodwin[6]，平尾，山田，菊地[7]，が魚皮中のカロチノイド色素について光感応機能を想像していること，等により魚体皮膚中の B_2 が何等かの形で光感応生理に関与している事が察知せられる。

---

* 此の場合の分析に限って試料に対してタカジアスターゼ処理を行う事なく，試料に温湯を少量添加し，80°C で約 10 分加熱した後，鉄乳鉢にて充分に磨砕して抽出を行った。

Table 1. Riboflavin contents in various tissues of albacore*

Tissues	Riboflavin contents(γ/100g of wet basis)
Skin of dorsal side	13393
Skin of belly side	593
Common muscle	31
Blood muscle	706
Liver	2518
Ventricles of the heart	643
Bulbus arteriosus	45
Spleen	244
Pyloric appendage	558
Gall	405
Testis	194
Stomack	192
Intestine	122
Pigment layer of eye	10632
Lens	0
Vitreous humor	0

* Body length: 106cm. Fishing ground: Indian ocean. Date of catch: Mar.~Apr., 1955.

2，皮膚の部位による B_2 濃度の差異

Table 3 に示す。メバチを試料とし，Fig. 1，に示す部位別に単位面積当りの皮膚中 B_2 含量を測定した。即ち，B_2 濃度は背部に近いほど高く，体側に沿い腹部に移行するにしたがい急減する。この傾向は一見皮膚の黒色度に関係あるごとく見うけられる。1950年に堀田，八木[8]はトノサマガエル表皮の B_2 は着色部たる背部皮膚に豊富に存在し，白色部には極めて僅かである事を報告している。魚類表皮については堀田，鷲野[1] によって，その黒色度が強いほど B_2 含量が高い事が示されている(前述)。別に今丸，船津，大島[2]は，メバチ，バセウカジキ，クロカワカジキの3魚種について，その表皮中 B_2 とSメラニン含量を測定し，外観上の黒色度とSメラニン含有量とが一致するかどうか疑問であるがメラニン含有量とリボフラビン含有量との間には直接の関係は見出されなかったと記している。何れにしてもマグロ類の背部に B_2 が濃厚に存在することは水中に透入し来る光線の利用に適合した能率の良い分布状態であることを思わしめる。

3，皮膚中 B_2 の太陽光線に対する安定性

上記の如く皮膚中の B_2 は光と何等かの関係がある事が推察されるので，皮膚中の B_2 は光に対してどの程度安定であるかを考えて若干の検討を行った。即ち，前項 2，で取扱ったメバチの背部皮膚を用い，之を晴天の戸外において太陽光線にあて経時的に分析した。結果は Table 4，に示すとおりである。即ち，皮膚中の B_2 は6時間に亘る直射日光の照射によって，やや減少した結果を示しているが，1時間程度では殆ど変化はないものと見られる。この結果から皮膚中の B_2 は光に対してかなり安定である事が知られる。ただ本実験は魚の生活時における試験ではないから，この点は別途吟味されねばならないと思う。而し乍らカエルの皮膚中の B_2 が Pterine 共存の影響等で光に対して安定である事等が指摘されており[9] マグロ類表皮中に於いても何等かの形で安定な状態にあることを推察した。

Table 2. Three forms of riboflavin in various tissues.

Tissues	Riboflavin contents (γ/100g of wet basis)	F A D (%)	F M N (%)	F R (%)	Species, body length, date of catch and fishing ground
Common muscle	31.0	(100.0)		0	Yellowfin tuna(♂), 100cm, G.W:19g[*1], Dec.,'58, Marshall island area.
	18.0	98.5	1.5	0	Big-eyed tuna, Palau islands area.
	18.3~54.9	100.0	0	0	Big-eyed tuna, 137cm, Nov.~Dec.,'58, Marshall islands area.
Blood muscle	526.7	89.5	10.5	0	Yellowfin tuna(♂), 100cm, G.W:19g, Dec.,'58, Marshall islands area.
	1923.0	92.8	5.4	2.0	Yellowfin tuna(♂), 63cm, G.W:1.0g, Indian ocean.
	639.5	76.5	14.7	8.8	Yellowfin tuna, Nov. ~Dec., '58, Marshall islands area.
	423.0	55.2	27.1	17.7	Big-eyed tuna, 137cm, Nov.~Dec., '58, Marshall islands area.
	441.0	75.0	16.0	9.5	Big-eyed tuna, Palau islands area.
Liver	1139.0	72.0	19.8	8.2	Yellowfin tuna,(♀), 57cm, G.W:9.0g, Feb., '59. 21°40'N,143°45'E (Pacific ocean).
Ventricles of the heart	720.3	88.2	0	11.8	Yellowfin tuna(♂), 100cm, G.W:19g, Dec., '58, Marshall islands area.
	1059.0	66.0	17.0	17.0	Big-eyed tuna(♀), 86cm, G.W:58g, Nov.~Dec.,'58, Marshall islands area.
Pyloric appendage	439.0	(100.0)		0	Yellowfin tuna(♂), 100cm, G.W:19g, Dec., '58, Marshall islands area.
	392.0	*2 +++	+	−	Yellowfin tuna(♀), 63cm, G.W:1.0g, Indian ocean.
Iris	1059.0	*2 −	−	+++	Yellowfin tuna(♀), 69cm, G.W:27g, Indian ocean.
Skin of dorsal side	2310.5	0	0	100.0	Big-eyed tuna, 86cm, Nov.~Dec., '58, Marshall islands area.
	6507.4	0	0	100.0	Yellowfin tuna, 122cm, Nov.~Dec., '58, Marshall islands area.

*1, G. W : Gonad weight.

*2, + Marks show the intensity of fluorescence of riboflavin.

Table 3. Partial comparison of rivoflavin contents in the skin of big-eyed tuna as shown in Fig. 1.

Sample	Riboflavin contents (mγ/cm^2)
1	177
2	99
3	48
4	11
5	5

Body length : 130cm.
Date of fishing : Dec., 1958.
Fishing ground :Indian ocean.

Fig. 1. Sampling places of big-eyed tuna in partial comparison

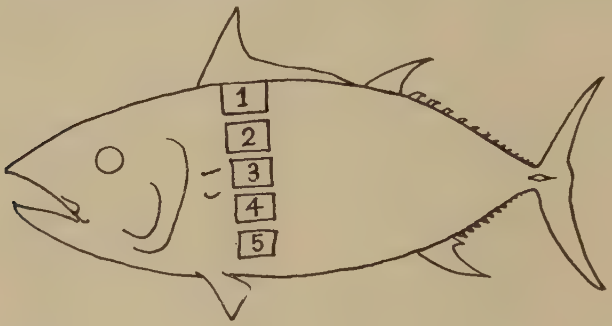


Table 4. Stability of riboflavin in the skin of big-eyed tuna during an exposure in sunlight.

Time of exposure	Riboflavin contents (mγ/cm^2)
0	177
10 minutes	170
1 hour	180
6 hours	150

4，魚種，体長による皮膚中 B_2 濃度の相違

ビンナガ，キハダ，メバチ及びカジキ類について皮膚中 B_2 濃度を検討した。部位による濃度差を避けるため，分析すべき部位を第一背鰭直下と規定した。結果を Table 5，に示す。之によると各魚種別比較は正確にはなし得ないが，本実験の範囲では一般にカジキ類はマグロ類に較べて，いづれも著しく皮膚中 B_2 量に乏しい，しかし本比較はカジキ類が概して小型のものである為充分ではないが傾向的に見てカジキ類が少いのではないかと思われる。

キハダ及びメバチについて皮膚中の B_2 濃度と体長との関係を図示するとメバチでは Fig. 2，の如く体長が大になるにつれて B_2 は明らかに濃厚となる傾向が現れている。キハダにおいても不完全ではあるが Fig. 3，の如くメバチにおけると同様の傾向が見られる。なお，ビンナガ及びカジキ類では，試料の都合

Table 5. Riboflavin contents in the skin of tunas and marlins

Species	Body length cm	Riboflavin contents mγ/cm² (γ/100g of wet basis)	Date of catch and fishing ground
Albacore *Germo germo* (LACÉPÈDE)	80~90	330.7	——
	90	206.6	Nov., '59, Marshall islands area.
	105	265.4	Dec., '59, Marshall islands area.
	105	689.0	〃
	105	855.1	〃
	106	541.3	〃
	106	——(5365)	Mar.~Apr., '55, Indian ocean.
Yellowfin tuna *Neothunnus macropterus* (TEMMINCK & SCHLEGEL)	44	405.4	Feb., '59, 21°40'N, 143°45'E(Pacific ocean).
	55	242.1	〃
	57	258.1	〃
	63	——(1100)	Jul., '58, Indian ocean.
	66	164.3	Feb., '59, 21°40'N, 143°45'E,(Pacific ocean).
	75	230.0	〃
	83	675.6	Nov.~Dec., Marshall islands area.
	100	298.8	〃
	103	339.4	〃
	109	545.7	〃
	113	457.0	〃
	122	1295.0(6507)	〃
	124	309.0(3550)	〃
	126	313.0(3800)	〃
	126	462.0(5434)	〃
	126	565.0	〃
Big-eyed tuna *Parathunnus* (KISHINOUYE)	54	220.3	Jul., '58, Indian ocean.
	68	164.4	Nov.~Dec., '58, Marshall islands area.
	68	319.4	Jul., '58, Indian ocean.
	86	280.0	Nov.~Dec., '58, Marshall islands area.
	102	221.3	〃
	114	731.2	〃
	124	284.0(2260)	〃
	137	401.0(2260)	〃
	143	773.0(5457)	〃
	160	1005.3	?
	170	1308.1	?
Makajiki *Kajikia mitsukurii* (JORDAN & SNYDER)	?	120.0(206)	Jul., '58, Indian ocean.
Black marlin *Eumakaira nigra* (NAKAMURA)	147	74.4	Nov.~Dec., '58, Marshall islands area.
	?	33.6	〃
Sail fish *Istiophorus orientalis* (TEMMINCK & SCHLEGEL)	140	286.9	Nov.~Dec., '58, Marshall islands area.
	140	123.1	〃
	150	286.9	〃
Shortnosed spearfish *Tetrapturus angustirostris* (TANAKA)	126	202.6	Nov.~Dec., '58, marshall islands area.

Fig. 2. Relationship between riboflavin content in the skin of big-eyed tuna and body length

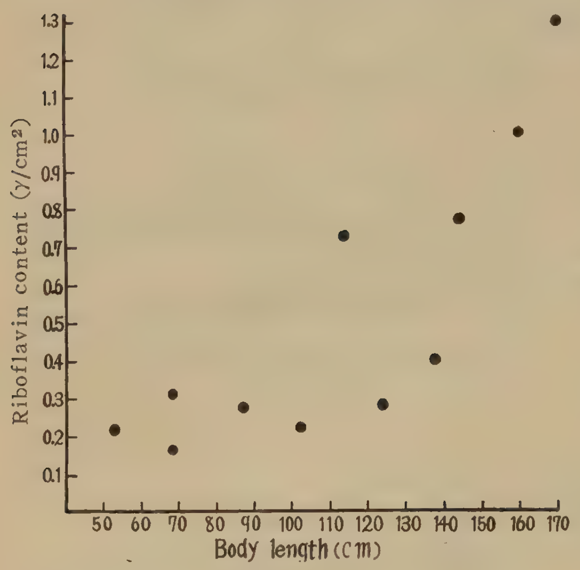
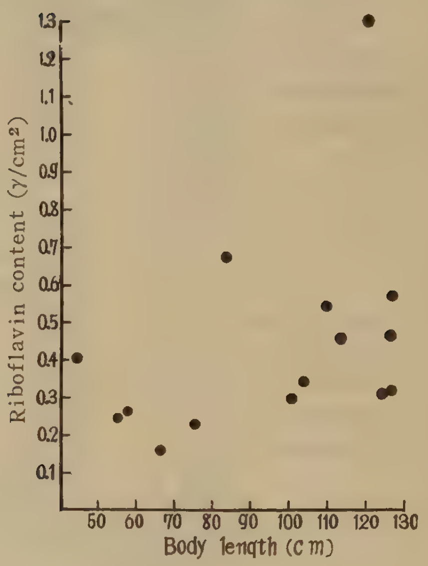


Fig. 3. Relationship between riboflavin content in the skin of yellowfin tuna and body length.



でこの傾向を明らかにし得なかった。

皮膚中の B_2 が光感応と関係があるらしいという事を敷衍して考えると，マグロ，カジキ類皮膚中の B_2 の相違はあるいは游泳水深と関連ある事を推察せしめる。即ち，マグロ類とカジキ類では「科」も異り簡単に両者の比較は出来ないが，マグロ類はカジキ類に比して深層を游泳する傾向があり，又，一般にマグロ，カジキ類は高年魚は若年魚に比し深層を游泳している。これ等の生態が B_2 含量の差異として現われているのではなかろうか。少くとも同一魚種に於いて皮膚中の B_2 含量の可なりの差異は游泳水深に密接な関連があろうと思われる。

試料採取にあたり御協力を戴いた当所遠洋資源部，山中一氏，奥田卓次氏，室戸岬水産高等学校教官今井直繁氏並に土佐海援丸，俊鷹丸乗組員諸氏又本研究のために特に東海区水産研究所，平尾秀一氏から御指導を仰いだ。記して深く謝意を表する。

要　　約

マグロ，カジキ類の魚体各部のビタミン B_2 (以下 B_2 と記す) を測定し，特に皮膚における B_2 の生理的意義を考察した。(文中に示す B_2 量は生鮮組織 100g 中に含まれる含量，或は皮膚 1cm² 中に含まれる含量として表わされたものである)。

1，背部皮膚中には肉，内臓諸器官及びその他の何れの部位よりも高濃度に B_2 が存在する。又，皮膚の B_2 は 100% 遊離型であって，肉及び内臓諸器官では 90% 内外が結合型であるに比し全く異っている。

2，皮膚の B_2 量は背部に最も多く，体側に沿い下腹部に移行するにつれて急減少する。

3，皮膚の B_2 量は太陽光線直射 1 時間で全く変化なく，6 時間では僅に低下した。之により皮膚組織中の B_2 は光に対して比較的安定である事を推察した。

4，一般にマグロ類はカジキ類よりも皮膚の B_2 が多い傾向であり，又一般にマグロ，カジキ類は成長するほど皮膚の B_2 量が増加する事を推察した。

5，以上の諸点からマグロ，カジキ類皮膚中の B_2 は光感応生理に関与していることを察知し，その含量はこれら魚類の游泳層と関連があるのではないかと推察した。

参　考　文　献

1)，堀田，鷲野：ビタミン，Vol. 6，No. 6，948 (1953).

2)，今丸，船津，大島：九州大学農学部学芸雑誌，第16巻，第1号，75 (32.3.1).

3)，近藤：日本農芸化学会誌，30巻，7号，393 (1956).

4)，満田，河合，三好：日本農芸化学会誌，32巻，11号，847 (1958).

5)，八木国夫：最新ビタミン定量法 (昭29) 医歯薬出版.

6)，Goodwin T.W: Biochem. Soc. Symposia. 6, Cambridge Univ. Press. (1951).

7)，平尾，山田，菊池：東海区水産研究所報告，16，昭. 32.

8)，堀田，八木：ビタミン，Vol. 2，No. 4.5，200 (1950).

9)，八木国夫：フラビンの生化学 13，(昭. 32)，共立出版.

魚体の成長，成熟に関する生化学研究*

XI—マグロ，カヂキ類の肝臓中のモリブデン，ニッケル含有量

森尾忠夫・鈴木秋果

（南海区水産研究所）

Biochemical Studies on the Growth and Maturation of Fish Bodies

XI. The Contents of Molybdenum and Nickel in the Livers of Tunas and Marlins

Tadao MORIO and Akimi SUZUKI

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

The contents of molybdenum and nickel in the main organs, especially in the livers of tunas and marlins which were caught in the North and South Western Pacific and the Indian Oceans have been determined; and the following results were obtained : —

1) The molybdenum contents of livers are much higher than those of the other organs and same contents of dark muscles come in the next place as shown in the Table 1.

Nickel was found in the several organs, but the contents are generally very low comparing with molybdenum. There was not any tendency to show a certain organs has the contents much than others.

2) From the present data, the fixed relations between the molybdenum contents in the livers and the physiological or environmental conditions (i. e. sexual maturity, rate of growth and life environment) were not found. (Table 2,3 and Fig. 1)

3) The contents of molybdenum in the livers of tunas are generally higher than those of marlins. (Fig. 3)

However, the differences in molybdenum contents of livers between three species of tunas, and also between four species of marlins were not detectable.

In the case of nickel , it seems that similar tendency to molybdenum was seen except striped marlin. (Table 4)

* 南海区水産研究所業績 第139号

前報[1) 2) 3)]で著者等は主として魚体の成長，成熟過程に於ける卵巣，肝臓中の鉄，銅，亜鉛含量の変動を検討し，卵巣中の之等金属含量が成熟と密接な関係のある事を指摘し，又肝臓中の鉄，銅含量の魚種，漁場による相違について若干の検討を試み，魚種によって異なる事を指摘した。吉川氏等[4)]は種々の動物に於て微量金属元素の含量が遺伝生化学的に重要な意義を有する事を認めて居る。又これらの微量金属が生体内に於てビタミン，酵素系等とも密接な関連を持ち重要な生理作用に関与する事は多くの研究者が指摘して居る[5) 6) 7)]。

吾々は引続き本報に於いてマグロ，カヂキ類のモリブデン，及びニッケル（主としてモリブデン）含量について生態的要素との関連に重点を置いて検討を試みた。しかし試料採取の点に非常に困難性があるため充分な検討は出来ず，本報では概括的な傾向を見るに止めた。

終始御鞭撻並びに御校閲をいただいた日笠利用部長に感謝の意を表すると共に，サンプル採取にさいし御協力下さった各船の乗組員及び調査員の各位，又実験にあたって御協力下さった利用部諸兄に厚く感謝致します。

試料及び分析方法

1．試　　料

マグロ，カヂキ類の肝臓（主として雌）は室戸岬水高実習船，土佐海援丸（1957年12月，1958年6月～8月，1958年10月のインド洋航海）水産庁調査船，昭洋丸（1957年3月～4月のインド洋航海）水産庁調査船俊鷹丸（1957年11月～12月の沖の鳥島，1958年5月～6月の野島沖航海）及び鹿児島県指導船第一サツマ丸（1956年11月～12月のサンゴ海航海）等により漁獲されたものから直ちに肝臓を採取しこれを凍結保存し持ち帰ったもので，後乾燥粉末として分析に供した。

2．分 析 方 法

A．モリブデンの定量法

Sandell[8)]，吉川氏等[9)]の方法を参照し次の如く行った。

3.00g の乾燥粉末試料を湿性灰化し中和後，全液を 50ml の分液濾斗に入れ特級塩酸 3 ml，モーア氏塩 1％溶液 1 ml，及びロダンカリ 10％溶液 4 ml を加えて良く混合する。これに塩化第一錫 10％溶液 5 ml 及び再溜イソアミルアルコール（b. p. 128～131° c）5 ml を加えて激しく振盪する。静置後上層のイソアミルアルコールを濾過し（濾紙上に少量の塩化第一錫の粉末を載せた小形濾斗にて）透明液として波長 475mμ 液層 10mm にて日立 E. P. U. －2型分光光電光度計で吸光度測定を行った。

B．ニッケルの定量法

Sandell[8)]，吉川氏[9)]等の方法を参照して行った。

大型磁性ルツボに乾燥粉末試料を 5～10g 採り電熱上で Smoke off した後，炭化し揮発分を除く，之を 50ml のキールダールコルベンに取り可及的少量の特級硫酸，特級過塩素酸，過酸化水素にて湿性灰化し，内容を小ビーカーに再蒸溜水で洗い込む，クエン酸ソーダ 10％溶液 5ml を加え，アンモニアデシケーター中で中和後，ヂメチルグリオキシム及びクロロホルムによりニッケルを抽出し銅，コバルトを除去後，ヂメチルグリオキシム法[9)]，により定量した。

分析結果及び考察

〔I〕 魚体内主要部位のモリブデン，ニッケル含量

分析結果を Table. 1 に示す

試料不充分なため充分な指摘は出来ないがモリブデンは検討した部位総べてに検出され血合肉特に肝臓に多く含有されている。又マルソーダはマグロ類と異って幽門垂にも血合肉に匹敵する位多く含まれている。

ニッケルについてはマグロ類ではモリブデンに比して全般的に含量は非常に少く，且肝臓に必ずしも多いとは云えない様である。マルソーダでは全般的にモリブデンより多く，特に幽門垂に非常に多く含まれている。これらのことは魚種による特異性が伺われて興味深い。

〔II〕 肝臓中のモリブデン含量

モリブデンの如き魚体内の微量金属が食餌，環況等に由来するとし，又其の体内への吸収蓄積がたとえ吉川氏[4] の言う如く遺伝子組成によって特定づけられるとしても，これら金属がビタミン，酵素等の生理的活性に何等かの形で重要な関連がある以上，その成長，成熟過程に於いて或程度の量的変化を示すであろうことは想像されよう。従って肝臓の如き生理的に重要な器官中の含量を検討する場合当然，魚種，成長，成熟，環況等の要因を考慮せねばならない。

しかしながら成長，成熟過程に於ける変化も，例えば増加或は減少何れにしてもその傾向が一方的であるならば試料の都合上或期間の過程に於ける変化を見ることによって全体の傾向を略々推察出来るであろうが，全過程中に増加，減少等の傾向が混在しているときは，更に広範囲な検討が必要となってくる。又，魚種が Biological minimum 以上の大きさとなった以後に於ては成長，成熟の両方の要因が関係してくるであろうから，その傾向の判断には更に詳細な検討が必要であろう。

分析結果を Table. 2，及び 3 に示す。

1，成長（体長）との関連

魚類は或る年令（体長）に達すると爾後は産卵を繰返しつつ成長していくのであるが，産卵によるエネルギーの蓄積，消耗，回復は大きな代謝作用の変化を示すであろうから，所謂成長度による差異の検討は厳密には同一成熟度に於いて比較検討しなければならない。

吾々の得た試料は各魚種共或体長範囲のもののみで，しかもそれ等の成熟度は同一程度でないので充分な検討は出来難い。しかし大凡の傾向を知るために成熟度を主に Gonad Index ($G \cdot W / B.L^3 \times 10^4$) に求め，マグロ類では 1 以下を未熟過程（Immature）とし，1 以上を成熟過程（Ripening）にあるものと区分し，又カジキ類については G. I. 2 を以ってマグロ類同様に区分した。

この様に区分して魚種別，海域別について夫々の過程に於ける体長との関係について大凡の傾向を検討した。(Fig. 1) 但しこの場合生殖腺重量を規準としている関係上両区分中には放卵後の過程（Spent）のものが混在している。

Fig，1 で見られる様に何れも試料数が少なく充分な検討は出来ないが，体長によって余り大きな変化はしていないと見るべきであろう。

然し之らの試料は何れも産卵能力を持っているもの許りで，成長速度の早い所謂 Biological minimum 以下のものについてはどうであろうか。Table. 2 のビンナガに於いて野島沖で漁獲された体長 77～80cm のものは Biological minimum 直前と思われるものであるが，このものの含量は 23～49γ/100gWet で沖の鳥島漁場の（北部太平洋のビンナガは同一種族系統であると言われる。）[10] 体長100～107cm の含量32～52γ/100g Wet に比しむしろ稍々少い様な値を示している。体長 100～107cm のものは当然産卵能力を持っているものであるから，この様な差異は単に体長による差異のみと断定出来ない。産卵による影響を検討し

Table. 2 Morphological data and the contents of Molybdenum in the liver of Tunas caught in the Pacific Ocean and Indian Ocean

...ies	Sample No	Date of catch	Site of catch	Sex	Body length cm	Liver weight g	Gonad Index	Max. model ova-diameter mm	Mo contents γ/g Dry basis	Mo contents γ/100g Wet basis	Maturity
	47	1956–11,12	16°5′–24°S	♀	127	290	0.54		0.62	22	Immature
	77A			♀	128	250	0.57		2.15	82	Ripening
	55			♀	123	230	1.61	0.48	0.87	23	Ripening
	19		146°5′–154°E	♀	137	350	2.41		0.65	13	Ripening
	93			♀	132	400	2.89	0.62	0.48	15	Ripening
	90			♀	133	440	2.89	0.62	0.35	11	Ripening
	E271			♀	133	290	2.34		1.16	41	Ripe
	94			♀	145	400	4.90	1.00	1.62	54	Ripe
	58			♀	127	400	1.56	0.42	1.10	36	Spent
	31			♀	140	500	1.31	0.34	1.56	62	Spent
	22	1957–12	7°13.2′–8°83.5′S	♀	125				1.28	45	
	45			♀	130				1.01	36	
	21		84°13′–88°50′E	♀	130	205	1.00		0.93	23	
	18			♀	140	255	1.09		2.36	64	
	A10	1957–3,4	19°53.8′–27°0′S	♀	127	175	0.13		0.64	28	Immature
	A6			♀	154	290	0.20		1.73	108	Spent
	A26		88°21′–101°09.2′E	♀	148	380	0.21		0.54	26	Spent
	A19			♀	139	335	0.21		0.41	18	Spent
	67	1956–11,12	16°5′–24°S	♀	135	540	0.85		0.38	14	Immature
	85			♀	104	170	0.89		1.07	39	Immature
	84		146°5′–154°E	♀	102	180	3.09		1.59	46	Immature
	69			♀	102	140	3.68		1.95	60	Ripening
	25	1957–12	7°13.2′–8°38.5′S	♀	110				1.28	42	
	19			♀	145	420	3.28		1.91	48	
	26		84°13′–88°50′E	♀	120	260	3.94		1.92	61	
	23			♀	140		4.67		1.00	31	
	20			♀	120	450	5.44		1.28	42	
	3	1958–5,6	32°59.7′–33°18.6′N	♀	77.2	88			0.85	25	
	66			♀	77.9	70			1.53	41	
	31		143°13′–144°47′E	♀	78.8	110			0.92	27	
	35			♂	77.7	84			1.70	49	
	50			♂	78.8	57			1.02	23	
	7			♂	79.6	80			1.12	30	
	14	1957–11,12	21°35′–22°43′N	♂	100	95			1.38	41	
	1			♂	100	133			0.82	32	
	18		132°32′–133°20′E	♂	103	166			1.22	42	
	57			♂	105	123			1.54	52	
	58			♂	107				1.32	38	
	39			♂	107	178			1.43	48	
	38	1957–12	7°13.2′–8°38.5′S	♀		145			1.65	39	
	36		84°13′–88°50′E	♀					1.27		
	37			♀		162			0.88	31	
	50	1958–6,8	9°54′–15°1′S	♀	109	99	0.70		2.12	68	Immature
	93			♀	106	99	0.84		0.77	23	Immature
	39		100°5′–103°2′E	♀	104	149	3.47		1.17	36	Ripening
	57			♂	102	127			1.17	34	
	35			♂	105	134			1.30	37	
	98			♂	105	164			2.18	68	

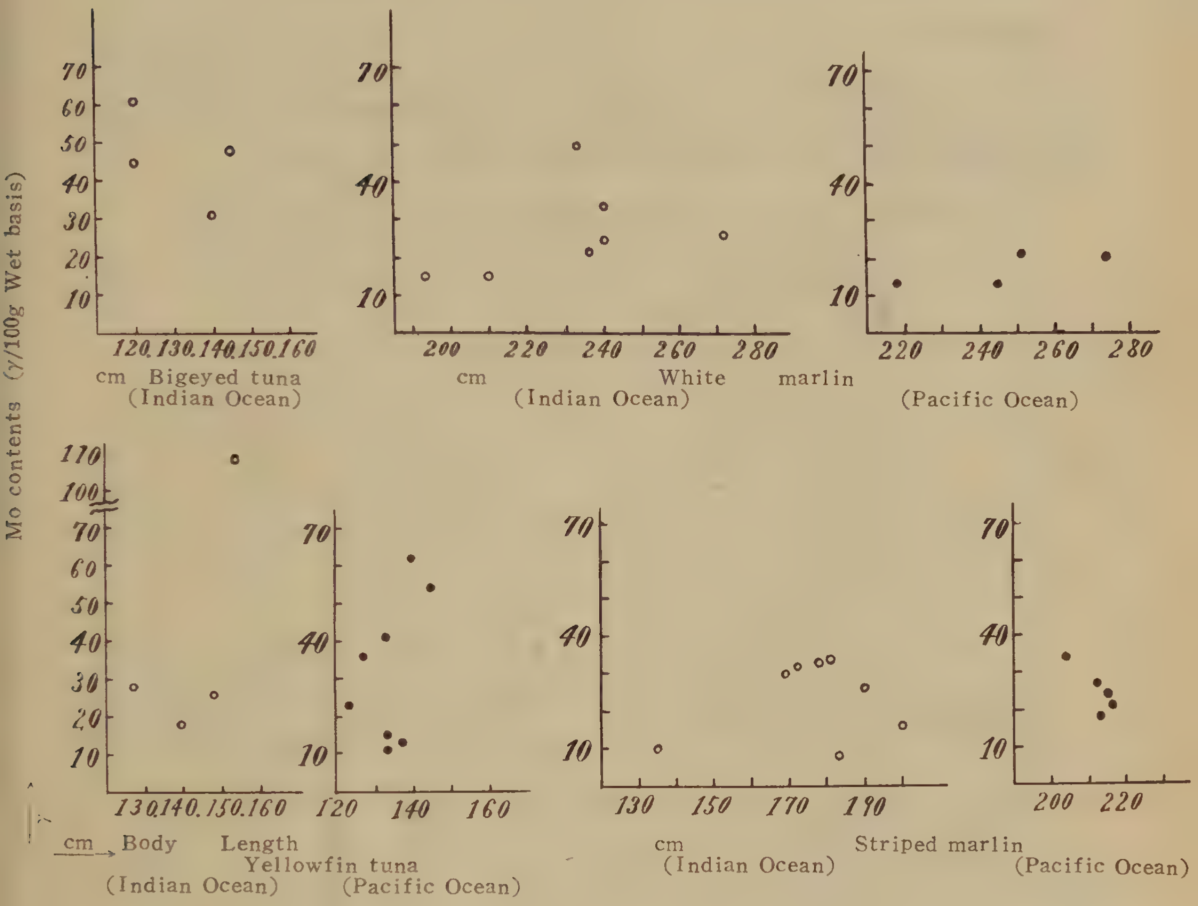
Table. 3 Morphological data and the contents of Molybdenum in the Livers of Marlins caught in the Pacific Ocean and Indian Ocean

Species	Sample No	Date of catch	Site of catch	sex	Body length cm	Liver weight g.	Gonad Index	Max. model ova-diameter mm	Mo contents γ/g Dry basis	Mo contents γ/100g Wet basis	Maturity
Striped marlin (マカヂキ)	41	1956–11,12	16°5′–24° S 146°5′–154° E	♀	201	860	1.03		0.88	23	Imature
	39			♀	204	710	1.06		0.58	16	Imature
	A 1			♀	215	2100	8.65	0.5∼0.61	0.80	24	Ripening
	46			♀	213	1700	8.90	0.5∼0.66	0.58	18	Ripening
	33			♀	212	1500	7.55	0.62∼0.75	0.88	27	Ripening or Ri
	42			♀	216	1350	5.71	0.28, 0.77	0.71	21	Ripening or Sp
	25			♀	188	500	1.20	0.27, 0.83	0.95	25	Spent
	A91			♀	204	940	2.83	0.27, 0.95	0.95	34	Spent or Riper
	31	1957–12	7°13.2′–8°38.5′ S 84°13′–88°50′ E	♀	190	272	0.32		0.96	26	
	34			♀	200	420	0.33		0.51	16	
	30			♀	135	705	1.00		0.32	10	
	36	1958–6,8	9°54′–15°1′ S 100°5′–103°2′ E	♀	169	190	0.37		1.22	30	Imature
	92			♀	172	300	0.45		0.99	32	Imature
	25			♀	178	540	0.46		1.09	33	Imature
	34			♀	181	300	0.47		1.29	34	Imature
	2			♀	183	900	0.56		0.17	7	Imature
Black marlin (クロカヂキ)	99	1956–11,12	16°5′–24° S 146°5′–154° E	♀	182	420	0.46		0.66	23	Imature
	17			♀	221	1420	0.65		0.17	7	Imature
	61			♀	203	740	1.67		0.76	20	Ripening
	81			♀	196	540	2.03		0.82	28	Ripening
	24	1957–12	7°13.2′–8°38.5′ S 84°13′–88°50′ E	♀	210	378	0.32		1.31	40	
	32			♀	135		0.53		1.36	45	
	27			♀	170		0.54		1.14	34	
	29			♀	230	425			0.82	28	
	33			♀	230	1210	3.66		0.75	23	
White marlin (シロカヂキ)	57	1956–11,12	16°5′–24° S 146°5′–154° E	♀	274	2100	2.43		0.66	20	Ripening
	59			♀	245	3600	3.60		0.45	13	Ripening
	54			♀	251	1700	4.11		0.73	21	Ripening
	32			♀	218	1550	6.76		0.48	13	Ripening
	21	1958–12	22°22′–24°28′ S 96°14′–101°17′ E	♀	233		0.16		1.78	50	
	76			♀	272		0.44		1.12	26	
	58			♀	193		0.49		0.57	15	
	42			♀	210		0.55		0.45	15	
	83			♀	240		0.67		0.89	25	
	10			♀	236		0.81		0.94	22	
	55			♀	240		1.20		1.10	34	
Sailfish (バセウカヂキ)	100	1956–11,12	16°5′–24° S 146°5′–154° E	♀	149	110	0.18		0.54	15	Imature
	18			♀	186	290	0.59		0.46	17	Imature
	56			♀	191	380	4.98		0.29	6	Ripe

Fig. 1 The relation between the body length and the contents of Molybdenum

Ripening ········· ●

Immature ········· ○



なければならない。しかし成長速度の早い若年魚でも必ずしも含量は多くないと言う事は言えそうである。

2．成熟との関連

Table. 2 のキハダ（16°5′～24°S，146°5′～154°E）に就いて見ると，体長は 123cm～145cm でこの間の体長による差異は余り大きくはないと見ると，其の含量は非常に変動している。しかしこれを船上での肉眼判定，Gonad．Index，卵径組成等から成熟度別に検討すると，Immature の過程では非常な巾を示しているが，成熟するにつれて減少し爾後増加する様である，があまり明確でない。又キハダの Immature の期間に於いて大きな変動があったが其の他の魚種でも例えばインド洋のマカジキでは 7～34γ，シロカヂキで 15～50γ，ビンナガで 23～68γ，と約 3～5 倍の巾が見られる。又キハダの Spent に於いても非常に大きな変動がある。勿論 Immature，Spent 何れに於いても 各個体が同一産卵期であるとは思われない（マグロ類の産卵期は個体により相当の巾が想定されている）従って産卵を中心としての代謝様相は個体により相当の差異があり，その為に含量に差異を来すのではないか。この点の検討は現在の試料数では論じ得ない。もし是等の差異が所謂個体差であるとするならば前記成熟過程中の変化もその変動の巾から推察し

て一定の傾向とは言えない。

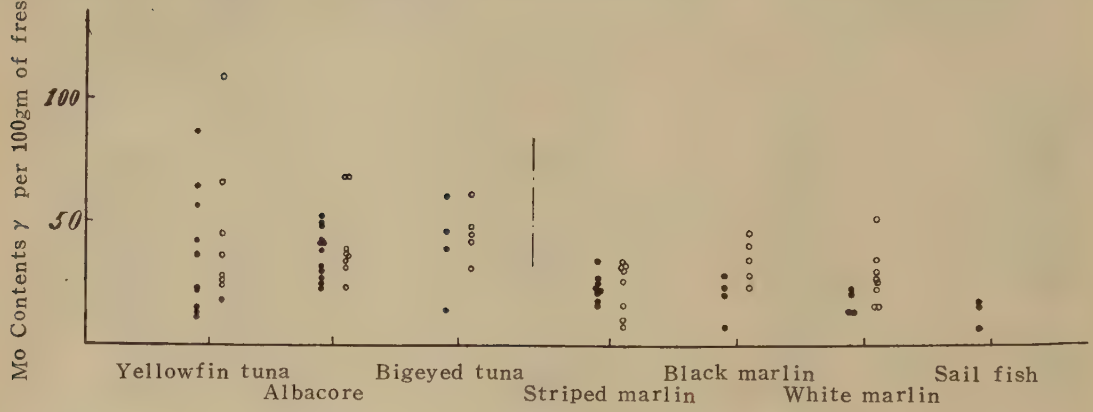
この様な疑点に対しては分析処理中の血液混入の問題もあろうが，モリブデンの生理的意義，又肝臓のみに止まらず体内主要部位相互の関連等基礎的な研究が必要であろう。

3．漁場との関連

本試料は主としてサンゴ海とインド洋のものであるが，両海域をモリブデン供給源（飼料も含めて）として見た場合果して差異があるであろうが，前記の様に成長，成熟過程に於いては一定の傾向的な変化を明らかに見出す事は出来なかったので一応各試料を魚種毎に一括し両海域を比較した。(Fig. 2)

Fig. 2 Comparison of the contents of Molybdenum in the liver of Tunas and Marlins caught in the Indian Ocean and the Pacific Ocean

● ……… Pacific Ocean
○ ……… Indian Ocean



何れも相当大きな巾を示しているが，クロカヂキに於いてインド洋海域のものがやや高い傾向を示している。しかし他魚種では殆んど差異はないと見られるので肝臓中のモリブデン含量はサンゴ海，インド洋の両海域では差異はないものと思われる。

4．魚種との関連

吉川氏は金魚等を用いて体色との関連の研究から，前記の様にモリブデンの如き微量金属元素の体内への吸収蓄積が遺伝子組成によって特定づけられると一般的な推論に迄及んでいる。

マグロ，カヂキ類では前述の様に含量の変動に対する解析が

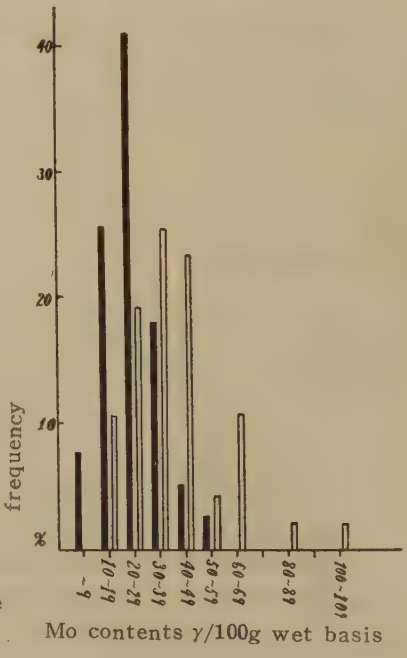


Fig. 3 Comparison of the contents of Molybdenum in the Tunas and Marlins (Total nos. of Tunas : 47 , Marlins : 39)

□ Tunas (Yellowfin tuna, Bigeyed tuna, Albacore)
■ Marlins (Striped marlin, Black marlin, White marlin, Sail fish)

充分ではないので明確には指摘出来ないが Fig. 2 を見るとマグロ類に於ける各魚種間，カヂキ類に於ける各魚種間の差異は殆んど見られない，しかしながらマグロ類，カヂキ類で比較すると Fig. 3 の様にマグロ類に稍々多い傾向を見る事が出来る。

〔III〕 肝臓中のニッケル含量

Table. 4. Morphological data and the contents of Nikel in the livers of Tunas and Marlins caught in the South Pacific Ocean (16°5′－24° S, 146°5′－154° E) from November to December, 1956.

\# trace……under 0.08 γ/g Dry basis

Species	Sample No	Sex	Body length cm	Liver weight g	Ni contents γ/g Dry basis	Ni contents γ/100g Wet basis	Maturity
Yellowfin tuna (キハダ)	47	♀	127	290	0.18	6.5	Immature
	55	♀	123	230	0.24	6.4	Ripening
	90	♀	133	440	0.27	8.4	Ripening
	E271	♀	133	290	0.26	9.3	Ripe
Bigeyed tuna (メバチ)	84	♀	102	180	trace		Immature
	85	♀	104	170	0.35	12.9	Immature
	67	♀	135	540	0.	0.	Immature
	69	♀	102	140	0.15	4.2	Ripening
	39	♀	204	710	0.35	9.5	Immature
Striped marlin (マカヂキ)	46	♀	213	1700	0.17	5.5	Ripening
	A1	♀	215	2100	0.22	6.6	Ripening
	33	♀	212	1500	0.09	2.8	Ripening or Ripe
	A91	♀	204	940	0.26	9.2	Spent or Ripening
Black marlin (クロカヂキ)	99	♀	182	420	0.	0.	Immature
	17	♀	221	1420	0.	0.	Immature
	81	♀	196	540	trace		Ripening
	61	♀	203	740	0.	0.	Ripening
White marlin (シロカヂキ)	32	♀	218	1550	0.	0.	Ripening
	59	♀	245	3600	0.43	12.1	Ripening
	57	♀	274	2100	0.	0.	Ripening
Sailfish (バセウカヂキ)	100	♀	149	110	trace		Immature
	18	♀	189	290	0.	0.	Immature
	56	♀	191	380	0.	0.	Ripe

サンゴ海海域で同一時期に漁獲されたマグロ，カヂキ類について検討を行ったが Table. 4 に見られる様に全般的にモリブデンに比して含量は非常に少い。又魚種によって（特にカヂキ類中のマカヂキ）特異的な結果が見られる。即ちクロカヂキ，シロカヂキ，バセウカヂキには殆んど検出されなかったが，マカヂキにマグロ類（キハダ）に匹敵する位含まれている。

マグロ類でも Table. 1 のビンナガの例から見て或はカヂキ類同様に魚種によって異なっているものかも知れない。

要　　　約

インド洋，サンゴ海及び北部太平洋海域で漁獲されたマグロ，カヂキ類の魚体内主要部位中のモリブデ

ン，ニッケル含量及び肝臓中の之等含量の成長，成熟，環況及び魚種等との関連について検討し，次の知見を得た。

(含量；γ/100g Wet basis)

1）器管別検討

モリブデン含量は肝臓が特に高く，血合肉が之につぎその他の器管では比較的少い。

ニッケルはモリブデンに比して含量は少なく又，特に何れの器管に多く含まれると言う様な傾向は指摘出来なかった。

2）肝臓中のモリブデン含量と成長，成熟及環況との関連

試料不充分な為明確な事は指摘出来なかったが

A）何れの魚種も変動が相当大きい（最高値は最低値の約5～10倍）。

B）成長（体長）成熟度との関連は指摘なかった。

C）インド洋，サンゴ海の如き海域との関連では差異は認められなかった。

3）魚種別検討

各魚種間（マグロ類3魚種及びカヂキ類4魚種）の肝臓中のモリブデン含量は大きな相違は認められなかったがマグロ類はカヂキ類に比し概して高い。ニッケルの場合もモリブデンと略同様の傾向でマグロ類がカヂキ類より高い値を示す様であるがマカヂキ（キハダと略同じ程度含まれる）の様に魚種による特異性が伺われる。

文　　献

1）鈴木秋果・森尾忠夫・南海区水産研究所報告 6，29～40（1957）

2）鈴木秋果・森尾忠夫・南海区水産研究所報告 6，41～45（1957）

3）森尾忠夫・鈴木秋果・南海区水産研究所報告 8，69～77（1958）

4）吉川秀男，生化学27，7，427～433（1955）

5）Mackler et al ; J.Biol. Chem 210, 149 165 176 (1955)

6）K. B. Okson et al ; Scince 19, 119, 772 (1954)

7）Felix Haurowitz 鈴木達雄訳，生化学の進歩 237 丸善（1950）

8）E. B. Sandell; Cal. Det. Tre. Metals, 2nd Ed, 435 469 (1950)

9）吉川秀雄・荻田善一，生物化学最近の進歩第2集 293 技報堂（1951）

10）南海区水産研究所編，マグロ延縄漁業平年漁況図（33年度版）37～44 日本鰹鮪漁業協同組合連合会（1959）

ナガサキトラザメ *Halealurus bürgeri* (MÜLLER et HENLE) の成熟と胎仔について*

工　藤　晋　二

（南海区水産研究所）

Studies on the Sexual maturation of Female and on the Embryo of Japanese Dog Fish *Halaelurus bürgeri* (MULLER et HENLE)

Sinji KUDŌ

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

The size of female at the first sexual maturation is about 40 cm in total length and a set of embryo is about 6.9 fishes (mean value) in number and the number of embryo increase in proportion to growth in body size of mother as like as other dog fishes.

The embryo in egg capsule is breeded with the capsule as to 70mm in body size.

The breeding season, estimated by available data of total length composition of embryo, lying from Dec. to Apr..

ま　え　が　き

南海区(浦戸，八幡浜，上々宮)での底引網類で普通に漁獲されるトラザメ科 *Scyliorhinidae* の魚種には

ナヌカザメ *Cephaloscyllium umbratile* JORDAN et FOWLER

ナガサキトラザメ *Halaelurus bürgeri* (MÜLLER et HENLE)

ヒョウザメ *Calliscyllium venustum* TANAKA

の3種がある。これらトラザメ科の魚種の繁殖生態については，従来卵生と云われているが，詳しい記載はみられない。今回ナガサキトラザメの雌魚について，これらの点に関する調査結果を報告する。

本文に入る前に御助言を頂いた横田部長，水産講習所石山教授に御礼申上げる。

尚本報告に用いた標本は昭和29年～30年間のものであり，愛媛県八幡浜港に水揚げされた中型機船底曳網漁獲物より得たものであり，標本は新鮮な状況で測定し，体長は全長を用いた。

---

* 南海区水産研究所業績　第140号

調　査　結　果

1．親魚の成熟と懐妊

標本の体長組成及び体長別の懐姙率*（%）をみると(Table 1)．本種の漁獲体長は 38cm～48cm の範囲

第1表　親魚体長別胎仔数及び懐妊率

Table 1　Number of embryo and pregnant rate of each size female

Length(cm) (mother fish)	Number of embryo	frequency	Pregnant rate (%)
38	0	14	0
39	0	10	0
40	0	8	0
41	4	1	100.0
42	0 8	1 1	50.0
43	2 4 6	1 1 2	100.0
44	4 6 8	3 3 4	100.0
45	0 2 6 8 10	1 1 2 6 2	83.4
46	4 7 8 10	1 1 1 3	100.0
47	6 10 12	1 2 1	100.0
48	2	1	100.0

であって，成熟魚の体長は約 41cm 以上である。これより最初に産卵する魚体の大きさは約 40cm であろうと考えられる。

1回の懐姙卵数をみると（Table 1），約 6.9尾 であって，体長の小さい魚体より，大きい魚体の卵数が，他のサメ同様多くなる傾向があり，左右子宮内の卵数をみると同数である。

2．胎仔の成長と出生

2．1　卵　殻

卵殻は長方形の糸巻形をして居り（Plate 1），ガンギエイ科 *Rajidae* の卵殻に似ている。隅角部には

---

* 懐姙率 $= \frac{\text{懐姙数}}{\text{調査数}} \times 100$

特殊な形の彎曲した部分があり，上部の方が彎曲部は大きく，上下縁を形成する縫合部は膜状であり，上部縫合部の隅部は非常に薄く，これら縁辺部には細糸状繊維が簇生し，粘着性を有し，特に隅角部よりはこれらの繊維が集結して紐状になって，延長している。卵殻の大きさについては，殻巾は中央部の少し下部が最大であり，殻長は彎曲部を除いた上下縁間を測定すると次のようである。

卵殻長(mm) Capsule length	卵殻巾(mm) Capsule width	標本数 Number of specimens
53±2.1	24±1.3	168

2．2　卵殻の形成と排卵

ツノザメ属 *Squalus*，ホシザメ属 *Mustelus* の魚種と異り，本種の卵巣は腹腔前部中央に1ケ有するものであって，成熟した卵は Funnel of oviduct を通って（Plate 2）輸卵管の途中の lime gland で形成された卵殻上縁より入り，若干子宮化した輸卵管の下部に貯るものと考えられる。同腹の胎仔の体長分布をみると（Table 2)，一方の輸卵管に数個の卵殻がある場合に，下部の卵殻内の胎仔は，上部の胎仔より

第2表　同親魚胎仔の体長

Table 2　Length of embryo in the same mother fish

	Order of embryo				
	rear←			→head	
	1	2	3	4	5
Left oviduct	57	58	68		
Right oviduct	56	58	68		
L.	31	32	32		
R.	31	32	32		
L.	42	53	68		
R.	42	51	66		
L.	26	36	38	42	
R.	25	36	38	43	
L.	18	22	27	31	
R.	17	21	27	32	
L.	34	38	44	49	
R.	37	39	44	45	
L.	33	38	43	46	
R.	33	39	40	44	
L.	36	42	49	49	
R.	36	46	45	47	
L.	27	32	35	38	40
R.	27	31	35	37	41

体長が大きく，成長の良いことがわかり，左右両輸卵管内の胎仔と比較すると，対称順位の胎仔の体長は，殆んど等しく，これらよりみれば，左右の lime gland で1対の卵殻が形成され，排卵を待って順次輸卵管下部に貯えられるものであろう。従って受精は一度に行われる，貯精嚢に貯えられるものであろう。

2．3　卵殻内胎仔の成長

既に記した様に本種の繁殖について，その特異性は，ガンギエイ科に似た強固な卵殻を有する胚体が，母体の輸卵管の内でしかも卵殻の内部で相当程度成長を行なう点であろう。

これら卵殻内の胎仔の体長組成の月変動を追跡すると（Table 3）受精期，出産期，出産時の大きさ（産出された卵殻内での大きさ）等の情報が得られるが，資料不足及び同一体内の胎仔の成長差が大きく，充分考察出来なかった。

第3表 胎 仔 体 長 の 月 変 化

Table 3 Monthly variation of length frequency distribution of embryo.

Class (cm) / Month	0〜1	1〜2	2〜3	3〜4	4〜5	5〜6	6〜7	7〜8
Feb.		8	10	16	8	4	2	
Mar.		3	4	10	7	6		
Sep.	6	—	6	11	13	4	1	1
Oct.	8	—	—	18	24	27	26	19
Nov.	4	—	3	27	16	4	2	

2．4 胎仔の成長中の形態の変化

卵殻内で成長する胎仔の外形態の変化をみるために，サメ類の胎仔の特徴である外鰓，体色素の出現，♂♀の識別等を調べた。

外鰓は体長 35mm 位までは延長しているが，以後成長と共に縮少し，45〜50mm で消失する。体色素は第1，第2脊鰭，尾鰭基底部に先ず褐色斑が出現するが，その時の体長は，45〜50mm であって，これらより 45〜50mm で成体形になると考えてよかろう。拡大鏡による胎仔の♂♀識別可能時の体長は約 27〜28mm からである。胎仔の成長は卵黄を栄養源とするものと思われるが，成長によって卵黄重量は減少する傾向はあるが，その変動は大きい。

3 生 殖 周 期

標本の入手の欠けた月があるので正確には判らないが，同腹の胎仔の成長差が大きい事（C. V. 13.2%〜19.6%），一部の卵殻の産出された魚体が2月，3月にみられる事，卵殻内の胎仔の成長に従って，次回排卵される一連の卵が，卵巣内で成育して居り（Table 4），特に胎仔長の大きい魚体の方が，卵巣卵の成育状況が，良好である事，胎仔体長の月変化等より推定すると，内部で胎仔の成育しつつある卵殻は，胎仔体

第4表 胎 仔 数 と 卵 巣 卵 数 の 関 係

Table 4. Relation between number of embryo and ovarian egg

Length (cm) (mother fish)	Number of embryo	Max. length of embryo (mm)	Weight of ovarian egg (gr)	Number of ovarian egg
43	6	65	3.0 1.5 1.0	2 2 4
44	8	49	2.5 1.5 1.0	4 4 2
44	8	46	2.5 1.5 1.0 0.5	2 2 4 2
45	8	38	2.0 1.0 0.5	2 6 2

長70mm 前後になって，順次産出され，その時期は12月～4月であって個体として，相当長期に亘って産出するものであり，受精期は春～夏に行われるものであろう。

文　　献

E. FORD, 1921 : Jour. Marin. Biol. Assoc. N. S.12(3)

B. DEAN, 1906 : Chimaeroid fishes and their development

木部崎修，1954 : 西海区水産研究所報告 5

工藤晋二，1956 : 南海区水産研究所報告 3

〃　1958 : 〃　9

Plate 1. Eggs capsule and embryos in same oviduct.

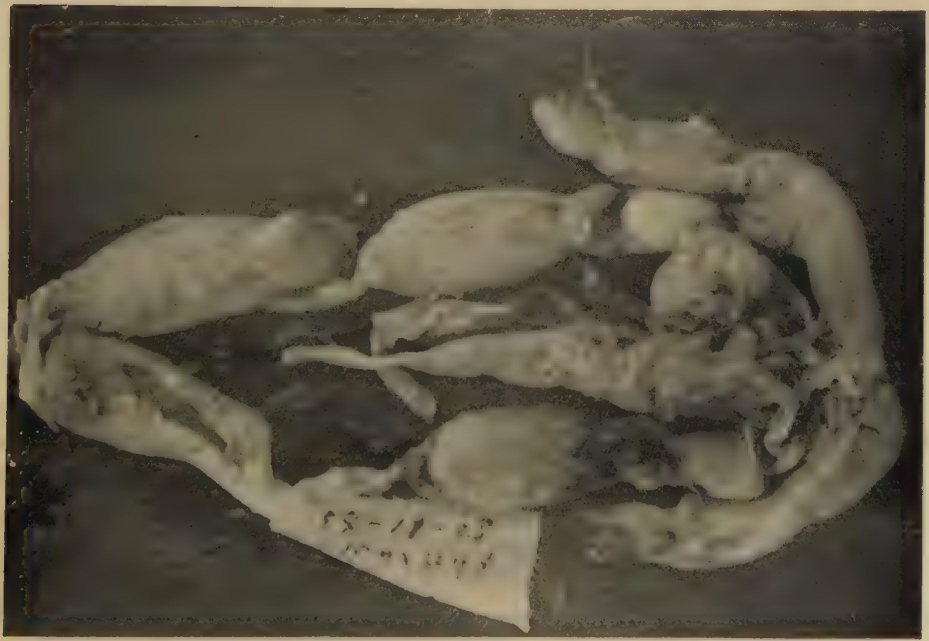


Plate 2. Showing the oviducts of gravid female.

カタクチイワシの春仔及び秋仔系統群の混入状況について*

浅 見 忠 彦

（南海区水産研究所）

On the Intermingling of the Spring and Autumn Offsprings of Japanese Anchovy, *Engraulis japonica* (HOUTTUYN).

Tadahiko ASAMI

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

The patterns of seasonal variation in the mean vertebral counts of the Anchovy fry have seemed to have a scheme as a cosine curve in each locality along the South Pacific Region of Japanese Waters. The Anchovy have been divided typically into two dominant groups, namely one of them is the Spring offspring (A) and the other is Autumnal (B) according to their natal season. And then, duration of growing up to matured Anchovy (average of body length $\geqq$ 8.0cm) the interminglings of both offsprings may be continually occurred in each sea area, but the intermingling rate of both offsprings in matured catch may be computed according to mean vertebral counts of (A), (B) and those matured Anchovy. The percentage of the Spring offspring intermingled in matured Anchovy have tried to calcurate after the method of T. M. Widrig and Bruce A. Taft. The results may be summarized as follows : ——

(1) Frequency distribution of the mean vertebral counts of (A) proved to be 45.392±0.148 in its chracteristics and (B) may be 45.059±0.151.

(2) As given in Table 3, the percentage of (A) have variated through each area : ——46.0% in Bungo Suido, 59.3% in Hyuga Nada and 68.1% in Kinan area.

(3) Annual fluctuation of the percentage, as well, are found through each area (Fig. 4). Generally, the year with higher percentage of (A), landing of matured Anchovy on those area have had higher abundance. And, such years as juveniles of Mackerels and Jack Mackerel migrated excellently to the coastal waters in spring, it seemed that many Anchovy fry of (A) offspring would be destroyed by these predators, and so the abundance of (A) might be decreased.

* 南海区水産研究所業績 第141号

カタクチイワシは本邦の沿岸漁獲物の重要魚種であるが，太平洋南区に於ても毎年ほぼ 41 千トンの漁獲を占め，太平洋南区全漁獲の約 ¼ にあたる。海区全域を通じたカタクチの豊凶は漁獲高で大体 C.V.20% 程度を示し，この漁況乃至 abundance の予測が沿岸漁業にとって極めて重要である。

太平洋南区ではカタクチイワシの産卵期は周年にわたっている。産卵，稚仔調査からみた海域別の産卵状況の周年変化及びシラス漁況の地理的な周年変化の型については既に報告(2) したが，本報告ではカタクチ漁獲の大部分を占めるカタクチ中，大羽の abundance を推定する1つの手だてとして，カタクチの発生時期別系統群の intermingling について検討する。

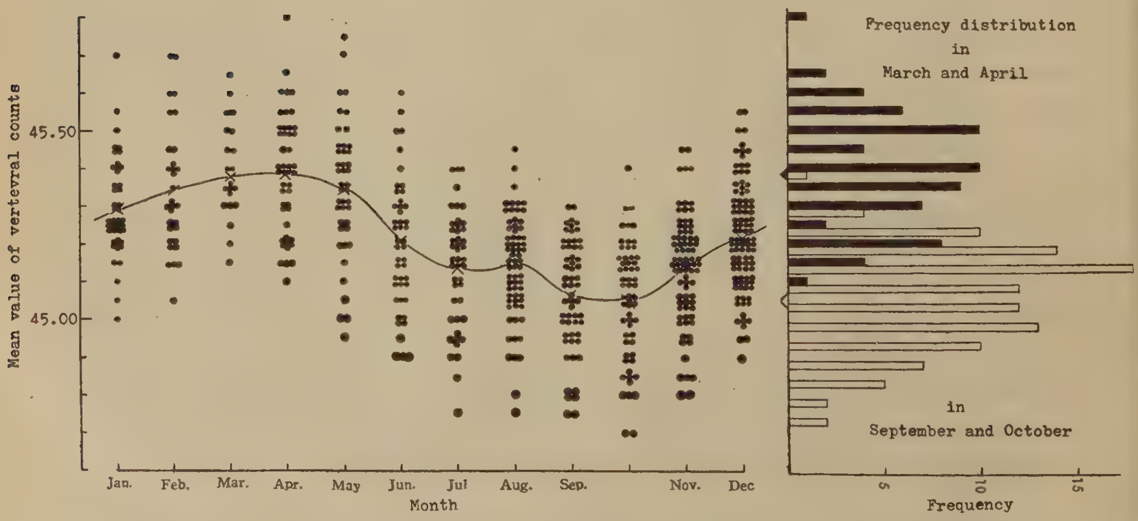
§1 発生時期別系統群の特性値

系統群を識別する指標として meristic character たる脊椎骨数をとりあげる場合，当然，genotype と phenotype とが交絡しているものと考えられるが，ここでは，phenotype－特に発生時の水温によって左右されるものとしてのみ考える。その中にも地理的な発生系統の差と，季節的な差とが考えられるが特に季節による発生系統群の特徴を求め考察を進める。

資料は，昭和 26 年4月に開始された沿岸重要漁業資源調査のうちカタクチに関する各調査地点の資料で脊椎骨数の算定は殆んど花岡松子技官によっている。

発生後1ケ月以内と推定される平均体長 3.5cm 以下のカタクチシラスの平均脊椎骨数（1回の標本の大きさは 15 尾以上のもの）の周年変化は，3～4月に極大値をもつ cosine curve を描く。その典型的なものはFig. 1 に示す通りで，これは宮崎県土々呂の船曳網によるカタクチシラスの漁獲物の平均脊椎骨数の

Fig. 1 Seasonal variation of the mean value of vertevral counts of Anchovy fry sampled at Totoro (1950－1958).



季節変化を示している。この極大値を示す3月及び4月の平均脊椎骨数の分布の特性値を春仔系統群（A群）の特性値とし，極少値を示す9月及び 10 月のそれを，秋仔系統群（B群）の特性値とする。（Table 1）春仔は 45.392±0.148 秋仔は 45.059±0.151 を示す。*

---

* 危険率 0.05 とした場合の春仔及び秋仔の母平均の信頼限界は，

春仔：45.356－45.428　秋仔：45.031－45.087　である。

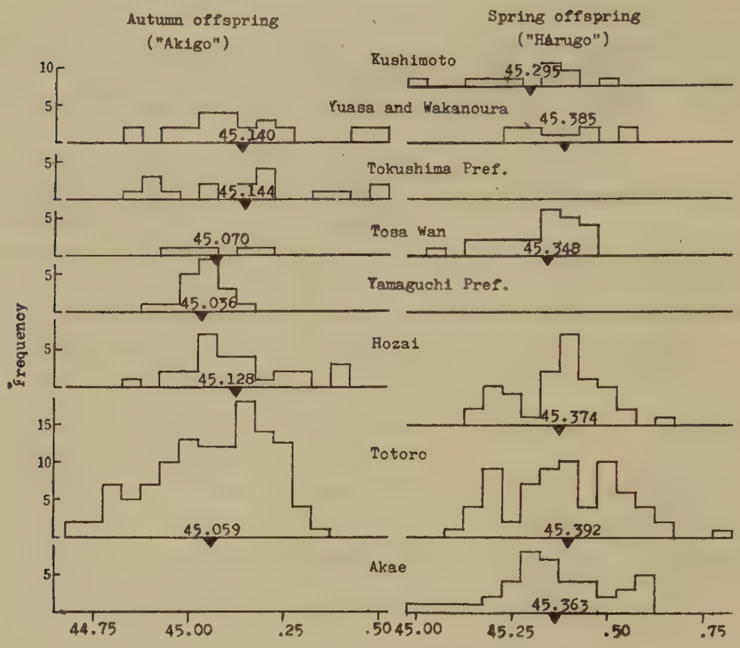
Table 1 Frequency distribution of mean vertebral counts of the Spring and Autumn offspring ("Harugo" and "Akigo") of Anchovy.

offspring / x	Spring	Autumn
.80	1	
45.75		
.70		
.65	2	
.60	4	
.55	6	
45.50	10	
.45	4	
.40	10	1
.35	9	
.30	7	4
45.25	2	10
.20	8	14
.15	4	18
.10	1	12
.05		12
45.00		13
.95		10
.90		7
.85		5
.80		7
.75		2
44.70		2
N	68	117
$\bar{x}$	45.392	45.059
s^2	0.0218	0.0228
s	0.148	0.151
s^2/N	0.000320	0.000195

x : mean value of vertebral counts
s : standard deviation

勿論，土々呂以外の各地のカタクチシラスの春仔，秋仔の脊椎骨数の分布の特性は多少異るが，Fig. 2 に示すように土々呂の春仔，秋仔の信頼限界を越えるものは少く，又標本数も大きくない。

Fig. 2 Frequency distribution of mean vertebral counts of the Spring and Autumn offspring in each area.



§ 2　南海区各地域の中，大羽カタクチの平均脊椎骨数の分布

南海区の各沿岸域で，漁獲されたカタクチ中羽，大羽について調査した平均脊椎骨数の資料を，年次別に整理すると，Table 2 及び Appendix のようになる。これらの標本は，主として体長組成調査用標本か

Table 2 Mean value of vertebral counts of Anchovy (average of body length ≧ 8.0cm) allotted to localities.

Locality / Year	Hyuga Nada		Bungo Suido		Korai Nada		Geito area		Kinan area	
	N	$\bar{x}$	N	$\bar{x}$	N	$\bar{x}$	N	$\bar{x}$	N	$\bar{x}$
1951	54	45.260	15	45.180	20	45.275	6	45.267	67	45.210
1952	42	45.251	17	45.218	17	45.276	27	45.135	58	45.294
1953	23	45.215	16	45.184			20	45.233	31	45.290
1954	23	45.233	27	45.183	5	45.341			46	45i360
1955	47	45.312	46	45.239			12	45.313	31	45.323
1956	59	45.207	45	45.208			14	45.278	27	45.258
1957	63	45.278	25	45.232	8	45.306	18	45.397	14	45.318
1958	31	45.261	19	45.218	36	45.243			15	45.227
Sum	342	45.256	210	45.212	86	45.275	97	45.254	289	45.289

N : number of samples
$\bar{x}$: mean value of vertebral counts

らの2次抽出標本で，標本の大きさ 15 尾以上，平均体長 8.0cm 以上のものを用いた。但，芸東地区は標

本数が少いので，平均体長 6.0cm 以上のものも含めた。

各地域に於ける調査地及び漁具は次の通りである。

日向灘………島野浦（巾着網），土々呂（巾着網）

豊後水道南部………中浦（巾着網），福浦（巾着網），小筑紫（巾着網）

豊後水道北部………遊子（巾着網），狩江（巾着網），日振島（巾着網），奥南（縫切網），八幡浜（四ツ張網）

芸東地域………甲浦（八田網），牟岐（八田網及び船曳網）

紀南地域………串本（夜焚網及び定置網）

§ 3　春仔並びに秋仔系統群の intermingling の推定

発生時期別系統群を識別する手段は，シラス，小羽の場合は体長組成から成長速度より逆算して推定できるが，中，大羽の場合は種々の系統群が混合する機会も多く，又成長速度の異る群が混合する可能性がある。ここで T. M. WIDRIG and BRUCE A. TAFT の方法で異る系統群からの混合率を推定することが有効である。

WIDRIG and TAFT の方法は，A群（春仔群）及びB群（秋仔群）の形質がそれぞれ m_A, $\sigma_A{}^2$, m_B, $\sigma_B{}^2$ で示されるとし，このA群とB群が混合してC群を形成したと仮定して，C群の形質が m_C, $\sigma_C{}^2$ で示される場合，C群に於けるA群からの混入率 $\hat{P}$ は

$$\hat{P} = \frac{m_C - m_B}{m_A - m_B} = \frac{Y}{X}$$

で示される。又，$\alpha=0.05$ としたときの $\hat{P}$ の区間推定値は

$$\hat{P}\left[\frac{1 \pm t_{n\alpha,}\sqrt{C_X{}^2 + C_Y{}^2 - t_{n\alpha,} \cdot C_X{}^2 \cdot C_Y{}^2}}{1 - t^2_{n,\alpha} \cdot C_X{}^2}\right]$$

となる。但し，

$$C_Y{}^2 = \frac{\sigma_C^2/n + \sigma_B^2/n}{m_C - m_B}$$

$$C_X{}^2 = \frac{\sigma_A^2/n + \sigma_B^2/n}{m_A - m_B}$$

Table 3　The percentage of the Spring offspring (″Harugo″) intermingled in localities (matuerd Anchovy catch).

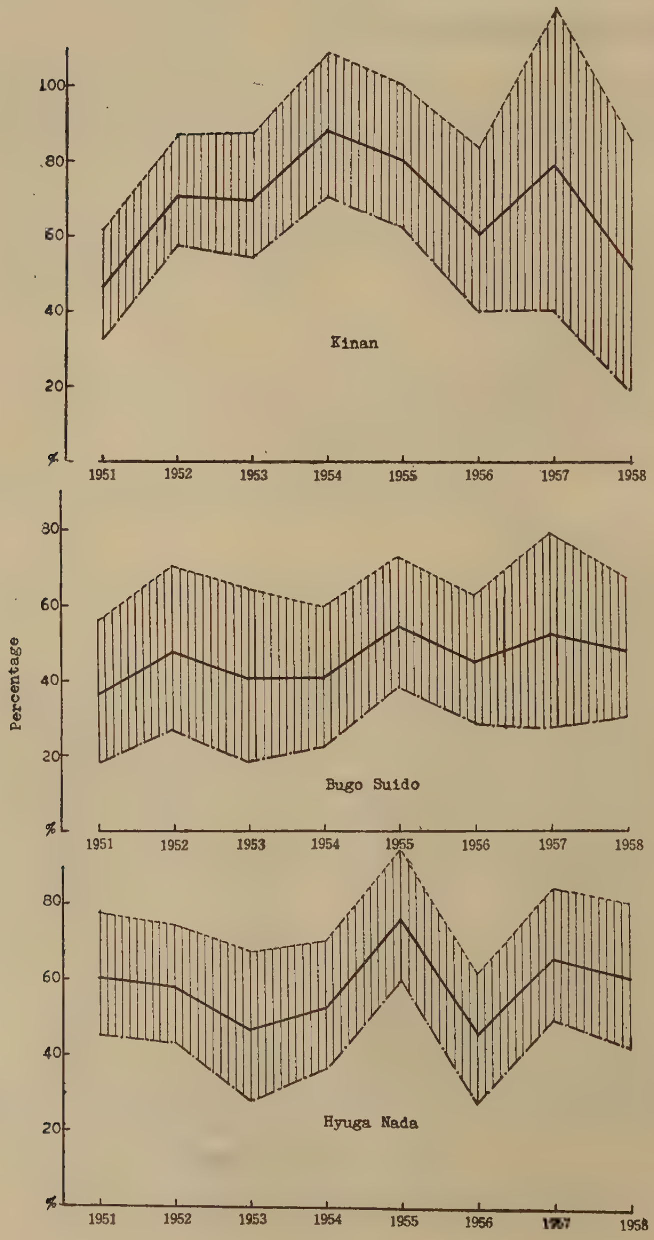
Locality / Year	Hyuga Nada			Bungo Suido			Korai Nada			Geito area			Kinan area		
	P_u	$\hat{P}$	P_l	P_u	$\hat{P}$	P_l	P_u	$\hat{P}$	P_l	P_u	$\hat{P}$	P_l	P_u	$\hat{P}$	P_l
1951	77.7	60.3	45.2	56.2	36.4	18.0		65.0			62.5		61.7	46.4	32.6
1952	74.4	57.8	43.2	70.6	47.7	26.5		65.2			22.8		86.8	70.6	57.1
1953	67.4	46.9	27.9	64.1	40.6	18.3		—			52.3		87.1	69.4	54.1
1954	70.5	52.3	36.3	59.5	40.2	22.3		84.7			—		108.0	87.5	70.3
1955	94.5	76.0	60.0	72.3	54.1	38.0		—			76.3		99.7	79.3	61.6
1956	61.9	44.5	27.9	62.6	44.8	28.3		—			65.7		82.3	59.7	39.3
1957	84.0	65.8	49.8	78.5	52.0	27.2		74.1			100.0		119.4	77.8	39.0
1958	80.5	60.6	42.5	66.7	47.8	30.5		55.3					84.0	50.5	18.8
1951～'58	73.0	59.3	47.8	59 0	46.0	34.8	81.8	65 0	32.8	74.6	58.6	44.6	82.6	68.1	56.0

Percentage of the Spring offspring { upper 95% limit : P_u / point estimate : $\hat{P}$ / lower 95% limit : P_l }

Table 2 及び Appendix に示した各年次，各地域の中，大羽カタクチ群の平均脊椎骨数の頻度分布の特性値を用いて，上記の方法によって春仔系統群（A群）の混入率及び区間推定値を計算すると，Table 3 及び Fig. 3 を得る。

Fig. 3 Annual fluctuation of the percentage and its confidence interval of the Spring offspring intermingled in matured Anchovy each sea region.

.... upper 95% limit
———————— point estimate
—·——·— lower 95% limit



産卵稚仔調査の結果からみて南海区沿岸域のカタクチの産卵期は，春と秋に劃然と2分されているものではなく，又，シラス漁況から判断しても春仔及び秋仔系統のみに区分されるものではない。従って，カタクチ中，大羽群の source を春仔，秋仔の両系統と仮定してそれらの混入率をみることには

（1）春仔と秋仔の混入状況をみるという最初の目標と

（2）その年，その地域のカタクチ中，大羽漁獲物の平均的な発生時期が，3，4月又は9，10月にどれ程偏っているか

の2つの事象を交絡して考察しようとしていることになる。然し，春仔の混入率が高くでれば当然3，4月に近い時期に発生時期の平均があるわけである。

春仔，秋仔の混入率の地域的な偏り………1951〜1958 年を平均して地域的な相違をみると，紀南，高麗灘，日向灘のような外域部は春仔の混入率が高く，豊後水道は春仔の混入率が低い。春仔の混入率の順位は右図のように，紀南，高麗灘（65%〜68%）1位，日向灘，芸東地域（59%〜58%）2位豊後水道（46%）が最低である。一般に外洋性の強い地域程，春仔の混入率が高く，内域程秋仔の混入率が高い。従って，春仔と秋仔の補給率の地域差が明瞭に認められる。

カタクチシラスの補給方向について報告したと同様，春仔系統群は黒潮流去方向に，秋仔系統群は水道部を内海の方向又は黒潮の反流方向に補給される率の高いことを示している。

混入率の年変動……各地域とも春仔，秋仔系統群の混入率には明らかに年変動が認められる。(Fig. 4, Table 3) 地域的にも異同があり，日向灘及び豊後水道域はともに類似の傾向を，紀南地域はやや異った傾向を示す。日向灘，豊後水道域は 1955 年は春仔の混入率が高く，53，54 年，56 年は低い。一方，紀南水域では 54，55，57 年が春仔の混入率が高い。

日向灘，豊後水道水域に於ける春仔の混入率の年変動で 1953 年の最低，1955 年の最高の値は注目すべき現象である。即ち，横田部長の計算によると，* 近年に於ける南海区のカタクチシラスの食害尾数は Table 4 の通りで 1955 年が最も少く，1953 年が最も多い。これらの食害はカタクチの稚仔期，シラス期に，サバ，アジ，ウルメイワシ等の幼魚からうけるものであり，サバ，アジ，ウルメイワシ等の発生時期から考えて，食害をうけるカタクチは殆んど春仔系統群である。

Table 4 The number of Anchovy fry becoming to prey of each predator (Mackerels, Jack Mackerel and Round Herring).

unit : 10^6

Predator \ Year	1953	1954	1955	1956	1957
Mackerels	3,581	6,700	350	8,940	3,080
Jack Mackerel	282,600	8	0.6	10,400	42,400
Round Herring	18,000	41,160	8,016	1,002	7,032
total	304,181	47,868	8,366.6	20,342	52,512

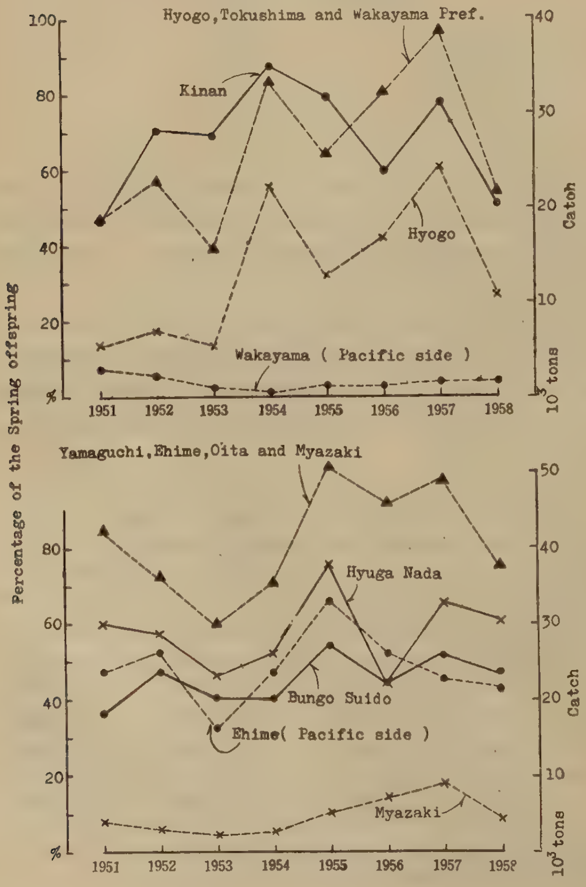
* 同部長の好意によって未発表報告の資料より参照することを許された。

Table 4 に示された食害尾数の年変動と，カタクチ中，大羽の春仔の混入率の年変動との対応から，春仔の食害の大きい年は春仔の混入率が低下することが予測される。特に豊後水道域は南海区に於けるカタクチの主要漁獲域であるが，秋仔に由来する中，大羽カタクチの abundance は年変動が少く，主に春仔の食害による abundance の変動が，全体の abundance の変動の主要因となっているものと考えられる。従って，豊後水道域のカタクチ漁況は，春仔の混入率が問題であり，その春仔の混入率の多少を決定する要因として，春期に於けるアジ，サバ，ウルメイワシの幼魚によるカタクチシラスの食害の多少が，あげられる。漁況乃至 abundance の予測という点からは混入率の推定は時間的に有効ではなく，春仔の食害尾数の推定がはるかに有効である。

日向灘水域では，春仔の混入率の peak は 1955 年と 1957 年にあり，宮崎県のカタクチ漁獲高は 1957 年のみに peak がある。(Fig. 4) 1955 年は春仔系統群の補給が豊後水道域に偏り，1957 年は補給の重心が宮崎，大分側に偏ったものと考えられる。これはカタクチの成育海域である沿岸水帯の拡がりが，黒潮流軸の影響をうけて変化した状況と対応している。

然し，豊後水道，日向灘及びその周辺域として，宮崎，大分（太平洋側）山口，愛媛（太平洋側）のカタクチの合計漁獲量と，春仔の混入率の多少とは明らかに対応する。(Fig. 4)

Fig. 4 Correlation with annual fluctuation of Anchovy catch and of the percentage of the Spring offspring intermingled in matured Anchovy.



一方，紀南水域の春仔の混入率と和歌山（太平洋側）のカタクチの漁獲とは逆相関を示している。従って局地的にみると春仔の混入率の高いときはカタクチの abundance は低い。しかし，紀伊水道を内側に入った兵庫県のカタクチ漁獲量乃至紀伊水道周辺部全域（徳島，和歌山，兵庫県の合計値）の漁獲量との対応をみると（Fig. 4），正の相関がみられ春仔の混入率の高い 1954 年，1957 年は，いずれも漁獲の peak を形成している。従って，豊後水道域及び紀伊水道域を通じて次のことが言える。即ち，

〃春仔の混入率の高い年は，その内域地区（豊後水道側では愛媛県，紀伊水道側では兵庫県等）はカタクチの漁獲量が多く，外域（宮崎県，和歌山の太平洋側等）では漁獲量は peak を形成しない。しかし，それぞれの水域全体としては，内域地区の漁獲量が圧倒的に多いので，春仔の混入率の高い年は，漁獲量の peak を形成する〃。

混入率年変動の位相の地域によるずれ

各地域について資料の数に精疎があるので（特に高麗灘，芸東地区の資料が少い）明確に摑むことは困難であるが，Table 3, Fig. 4 から判断して次のことが言えよう。

(1) 豊後水道域と日向灘域とは同じ位相で混入率が変動している。…… 1955 年は共に混入率高く，1953，56年は低くなっている。

(2) 豊後水道域と紀南域とはやや位相がずれる。56 年の谷，57 年の山は同期であるが，紀南の 54 年の山と豊後水道の 55 年の山とには 1 年のずれがみられる。

以上の位相の差をおこす要因は，さきにあげたアジ，サバの当才魚群（カタクチの捕食者たる）の卓越状況の年変動，及び地域による偏りによる。即ち，1953 年は南海区全域にアジ当才群が卓越したために南海区全域とも春仔の混入率が低下している。1954 年は南海区では豊後水道域のみサバ当才魚が卓越し，1956 年は全域にわたって卓越したが，このことと春仔の混入率の変動とも対応している。更に又，アジ，サバの当才魚の卓越のみられなかった 1955 年は春仔の混入率が高い。

終りに本報告について適切な御指導を賜り，文献の御配慮を下さった横田滝雄沿岸資源部長に厚く御礼申上げる。又，資料の算定整理には花岡松子技官に負う処が大きい。

§4 摘　　要

太平洋南区のカタクチイワシについて，発生時期別に春仔系統群（A群）と秋仔系統群（B群）とに類型化し，各地域で漁獲された中，大羽カタクチのA群とB群との混入状況を検討した。系統群の指標として平均脊椎骨数の頻度分布の特性値を用い，混入率の推定は T. M. WIDRIG and BRUCE A. TAFT の方法によった。

(1) A群の特性は，平均脊椎骨数で

45.392±0.148

B群は 45.059±0.159 で示される。

(2) 春仔系統群（A群）の混入率は Table 3 で示される。豊後水道域では A 群の混入率は低く，日向灘，紀南域では高い。

(3) 混入率の年変動は Fig. 4 に示す。

一般に春仔の混入率の高い年は，その水域のカタクチの abundance は大きい。又アジ，サバ等の当才魚群が卓越すると，A群系統のカタクチ稚仔の食害尾数が増加し，春仔の混入率が低下すると考えられる。

参　考　文　献

1） T. M. WIDRIG and BRUCE A. TAFT, 1957 : Measurement of population movement by observation of meristic or morphometric characters., Special Scientific Report ………Fisheries No. 208

2） 浅見忠彦，1958：南海及び内海域のカタクチの発生，成育の型について，南海水研報告 (7)

Appendix

Frequency distribution of mean vertebral counts of Anchovy allotted to localities and years.

(a) Kinan area

x \ Year	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	total
.85				1					1
.80									
45.75									
.70	1								1
.65					1				1
.60	1			2	1		1	1	6
.55					1	2			3
45.50	1	4	1	3	1	1	1		12
.45		2		4	1	1	4	1	13
.40	2	8	5	7	6	3	2		33
.35	5	4	5	8	2	3	1	3	31
.30	7	11	10	9	5	3	1	1	47
45.25	13	14	3	3	6	2		2	43
.20	12	10	2	8	3	1	2	2	40
.15	10	5	2		3	4		2	26
.10	4		3	1	1	3	1	1	14
.05	5					3			8
45.00	3					1		1	5
.95	3								3
.90									
.85									
.80									
44.75									
.70								1	1
.65									
44.60							1		1
N	67	58	31	46	31	27	14	15	289
$\bar{x}$	45.210	45.294	45.290	45.350	45.323	45.258	45.318	45.227	45.289
s^2	0.0190	0.0097	0.0094	0.0177	0.0174	0.0252	0.0562	0.0402	0.0217
s	0.138	0.098	0.097	0.133	0.132	0.159	0.237	0.201	0.147
s^2/N	0.000284	0.000157	0.000303	0.000385	0.000561	0.000935	0.004020	0.002680	0.000075

$\bar{x}$: mean value of vertebral counts

s : standard deviation

(b) Geito area

x \ Year	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	total
.60							2		2
.55							2		2
45.50	1				2	1	2		6
.45			2		1		2		5
.40	1				2		2		5
.35		2	3		2	2	3		12
.30	2		1		2	3	1		9
45.25		2	5			5	1		13

.20		5	5		1	2	2		15
.15	1	5	1		1	1	1		10
.10		7							7
.05		2							2
45.00		2	3						5
.95	1	2							3
.90									
44.85					1				1
N	6	27	20		12	14	18		97
$\bar{x}$	45.267	45.135	45.233		45.313	45.278	45.397		45.254
s^2									0.0245
s									0.157
s^2/N									0.000253

(c) Bungo Suido

Year / x	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	total
.65					1				1
.60						1			1
.55					1		1		2
45.50		1		1	1	1	2		6
.45		1		1	3		1		6
.40		1	1	1	2	3	4	2	14
.35	3	1			3	7	2	2	18
.30		1	3	2	6	1	1	3	17
45.25	1	3	3	1	5	7	3	2	25
.20	4	2	2	9	8	9	2	2	38
.15	2	1	3	3	8	4	1	1	23
.10	2	2	1	3	2	6		7	23
.05	2	4	2	5	1		3		17
45.00	1				5	2	1		9
.95				1		1	3		5
.90						2	1		3
.85			1						1
44.80						1			1
N	15	17	16	27	46	45	25	19	210
$\bar{x}$	45.180	45.218	45.184	45.183	45.239	45.208	45.232	45.218	45.212
s^2	0.0116	0.0200	0.0162	0.0156	0.0223	0.0246	0.0380	0.0119	0.0218
s	0.108	0.142	0.127	0.125	0.149	0.157	0.195	0.109	0.148
s^2/N	0.000773	0.001075	0.001010	0.000577	0.000485	0.000546	0.001520	0.000627	0.000104

(d) Korai Nada

Year / x	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	total
.80								1	1
.75									

.70									
.65									
.60									
.55				1			1		2
45.50	2			1					3
.45	1	4						2	7
.40	2	1					1	4	8
.35		2		1			2	5	10
.30	4	2					1	2	9
45.25	2	1					1	3	7
.20	5	2		1			1	2	11
.15	3	2						6	11
.10	1	2		1				5	9
.05		1					1	3	5
45.00								2	2
.95									
44.90								1	1
N	20	17		5			8	36	86
$\bar{x}$	45.275	45.276		45.341			45.306	45.243	45.275
s^2									0.0233
s									0.153
s^2/N									0.000272

(e) Hyuga Nada

x \ Year	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	total
.70							1		1
.65									
.60	1							1	2
.55	1		1		2	1	1		6
45.50	2				4	2	1	1	10
.45	2	4	1		4	1	5	2	19
.40	5	3	2	3	4	4	10	2	33
.35	5	4		2	8	6	8	5	38
.30	9	6	2	3	7	9	14	4	54
45.25	9	9	3	4	6	4	3	4	42
.20	5	3	5	4	6	7	5	4	39
.15	7	9	3	4	1	11	2	1	38
.10	3	1	2	2	3	4	5	5	25
.05	2	1	3		2	2	6	1	17
45.00	1	2	1			3	1		8
.95	1			1		1			3
.90	1					1			2
.85						1		1	2
.80						1			1
44.75						1			1
.70									
44.65							1		1
N	54	42	23	23	47	59	63	31	342
$\bar{x}$	45.260	45.251	45.215	45.233	45.312	45.207	45.278	45.261	45.256
s^2	0.0200	0.0135	0.0184	0.0119	0.0164	0.0276	0.0263	0.0225	0.0219
s	0.142	0.116	0.136	0.109	0.128	0.166	0.162	0.150	0.148
s^2/N	0.000370	0.000322	0.000800	0.000517	0.000350	0.000470	0.000416	0.000650	0.000064

キハダの産卵期とその海域的差異について*

木川昭二

(南海区水産研究所)

Notes on the regional difference of spawning season of Pacific yellowfin tuna.

Shoji KIKAWA

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

This is the report dealing with the season of yellowfin spawning in various areas in the equatorial and south Pacific on the basis of informations collected from tuna longline cruises conducted by this laboratory and other domestic organs, perticularly the fisheries experiment stations and fisheries high schools, in the course of the cooperative tuna research program. The data herein used are the weight of ovaries of some 14,600 yellowfin tuna from 118 cruises and they have been collected in this laboratory from July, 1950 to June, 1959. The ovary weight was transformed into the gonad index ($Wo/L^3 \times 10^4$) and the spawning season was considered by this index for five regions shown in Figure 1.

In the equatorial Pacific, the season of intensive spawning seems to be July to November for region I, June to October for region II, and April to August for region III, although some spawning may occur throughout the year. In the south Pacific, on the contrary, the period from December to March for region IV and November to February for region V is obvious to belong to the spawning season.

From the spawning season as mentioned above, the following matters may be suggested :

1. Contrariety of spawning season between north and south, which is presumed from the difference of spawning season between regions I, II and III and regions IV and V.
2. Gradual change of spawning season in passing from east to west, which is indicated by the difference found between regions I and II and regions II and III, respectively.
3. Intensive spawning occuring for about six months at least.

* 南海区水産研究所業績 第142号

太平洋でのキハダの産卵期は，gonad の成熟状態と仔稚魚の採集結果から，これまで多くの報告で考察されている。Marr (1948) は北部 Marshall の海域，Shimada (1951) は Caroline 海域，Wade (1950, 1951) は Philippine 近海，June (1953) は Hawaii 近海，Yuen & June (1957) と Matsumoto (1958) は中部太平洋方面の広い赤道海域，また Schaefer & Marr (1948)，Mead (1951)，Schaefer & Orange (1956) は California と中米方面等の海域について調査を行っており各方面の産卵期あるいは産卵の季節変化の状態がかなりあきらかにされている。しかし，現在とりわけ注目されるのは海域的にみた産卵期の差異と思われる。この点について，Schaefer & Orange は California 沖の Revilla Gigedo 諸島附近と中米沿海のキハダとのあいだで産卵期が違っていることを指摘している。しかし，海域の違いと産卵期の差のあいだにどんな関係がみとめられるかということは，これまで各方面の海域について推定されている産卵期をただ併記してみるだけでは考察としては不充分である。現在，太平洋のキハダの延縄漁場を概観し，成熟魚の分布と仔稚魚の採集範囲を調べると，この双方の結び付きはきん密で，漁場として成立している程の海域では何らかの時期に産卵が行われている感が深い。したがって，海域による産卵期の差異の有無と差異の内容は各方面のキハダの関連性を検討する意味から言っても重要である。以下はこのような観点から，キハダの産卵期について中間的なとりまとめを行った結果である。

本稿を草するにあたり，調査資料の収集の際にえられた水産試験場の試験船及び水産高校の実習船乗船の方々と関係各機関の方々の御協力に対して厚くお礼申し上げる。また，とりまとめに際して終始御指導と御援助を与えられた南海区水産研究所中村所長，矢部遠洋資源部長はじめ当水研の各位に，また資料の整理と作図に多大の労をとられた山崎夏子嬢に対して深謝する。

資　料・方　法

この報告は主として卵巣重量の測定資料をもとにしている。資料の大部分は前記の地方公庁船を通じて収集されたが，その一部と卵径測定用の卵巣標本は 1950 年以来南海区水研所員によりそれぞれの調査航海から得られている。ここに用いたものは，印度洋と東経 140° 以東，北緯 10° 以北の海域を除く太平洋の海域から 1959 年6月までに当研究所に収集された資料である。キハダの卵巣重量測定尾数は 118 航海からの約 14,600 尾である。

地方公庁船との マグロ資源協同調査は 1957 年に実施要領について一応の細目が決定されたときから始る。以来，この細目は毎年開かれる研究協議会でその都度検討され，内容に多少の修正が加えられて今日に至っている。キハダの卵巣重量の測定は実施要領の中の現在の次の一項にもとづくものである。

〔マグロ類卵巣重量の測定：体長測定したもののうち，各種類について最初の 10 尾の卵巣重量を測定する。〕

重量の測定は左右1対の卵巣を合せたものに対して行い，秤秤を用いる。船上で測定する関係上，10gr. 以下の読み取り値は四捨五入とする。体長の測定は尾叉長に対して行う。測定用具として，当水研から 1cm. 目盛りの木製ノギスを各船に配布している。協同調査のための実施要領の中には，卵巣熟度の観察についての一項があるが，熟度の判定結果には検討を要するものが多いので，これを加えた考察は今回はとくに行っていない。

卵巣重量の値は次式によって Gonad index (G. I.) に変えて使用した。魚群の成熟状態は主として G. I. の組成，平均等により考察した。

$$\mathrm{G.\ I.} = \frac{W}{L^3} \times 10^4$$

（L………尾叉長 cm.：W………卵巣重量 gr.）

Schaefer & Orange は G. I を用いて産卵期の考察を行っている。また，その際，卵径との関係から，G. I. は卵巣卵の成熟度として合理的でしかも妥当な尺度であると述べている。

卵径測定用の卵巣標本は漁獲直後のキハダの腹を開いて採集し，直ちに 10% の Formalin 液中に固定

された。後，固定された卵巣組織を2本の細針によって同じ固定液中で個々の卵粒に分離し，スポイトで吸い上げてスライドグラス上に1列に並べ，一定方向（スライドの長軸方向）の卵径を顕微鏡下で接眼 micrometer により測定した。1 micrometer unit は 0.0198mm. で原則として 9 unit 以下の卵径は測定を省略した。卵径分布 polygon を3区間の移動平均（$\frac{a+b+c}{3}$）によって画き，これより最大頻度の mode の位置を推定した。この際，1区間は 2 micromcter unit とした。卵径を実長であらわすには 1 micrometer unit 0.0198mm. を近似的に 0.02mm. とした。卵径測定の結果はここでは G. I. の組成を考察するために使用した。

調　査　海　域

以下に述べる整理の範囲には Luzon 島から紀南礁方面の海域も含まれているが，産卵期に関して考察

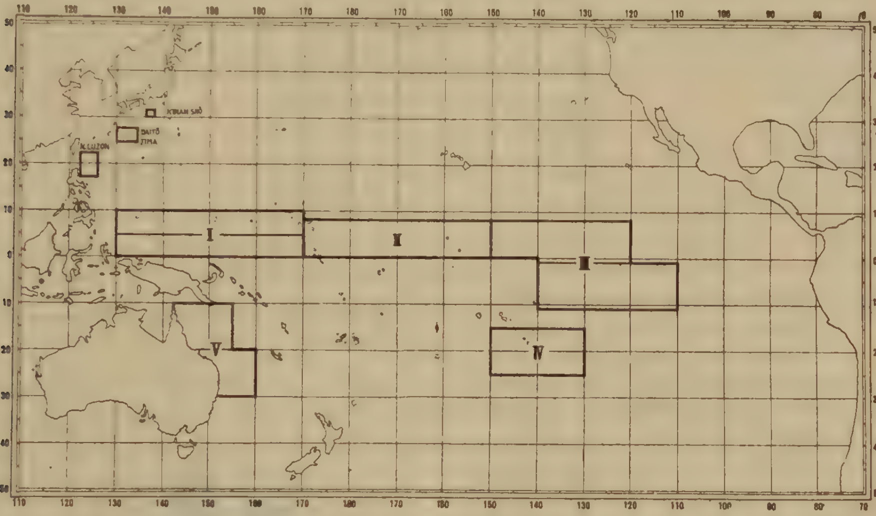


Figure 1. Regions of the investigations.

の対象とした海域は 10°N 以南のキハダの漁場である*。赤道沿いにとった東西の3海区，南太平洋に東西に離れてとった2海区がそれである。各海区の範囲は Fig. 1 にしめした。これらの調査海域は赤道太平洋と南太平洋方面での資料の収集範囲の現状を大体しめしている。

卵径と G. I. からみた産卵期のキハダの組成について

Tab. 1 と Fig. 2 は同じキハダの漁獲物を卵巣卵の卵径別の組成と G. I. の組成でしめしている。1954 年6月の紀南礁の1尾と 1950 年7月のカロリン海域の1尾は Tab. 1 にだけしめした。また，1954 年 10 月のパラオ近海からのキハダは卵巣重量が測定されていないので，これも Tab. 1 にその卵径別組成だけをしめした。Fig. 2 の白い部分は漁獲物のほぼ全部，黒い部分はその中で卵径測定を行ったものの G. I. 組成である。

---

* 海区 I ～ III の北部はむしろメバチの釣獲率が高い。海区 III の南部はキハダとメバチが混獲される漁場である。海区 IV は一般にはクロカジキの漁場と言われているが，キハダの漁獲も多い。

Table 1. Compositions of maturity of yellowfin tuna taken in various North Pacific areas from maximum modal diameter of ovarian eggs.

Locale / Max. egg dia. (mm)	N,Luzon (MAY)	Daito Jima (JUN)	Kinan sho (JUN)	Caro-lines (JUL)	Caro-lines (AUG)	Pelew (OCT)	Total
.20～.24					2		2
.24～.28	1				2		3
.28～.32							
.32～.36							
.36～.40	1				2		3
.40～.44	1	1			1	1	4
.44～.48	8				3		11
.48～.52	9	3			23		35
.52～.56	2	1	1		10	1	15
.56～.60		3			9	4	16
.60～.64					1		1
.64～.68	1	2					3
.68～.72							
.72～.76		1					1
.76～.80							
.80～.84							
.84～.88	1						
.88～.92							
.92～.96		1					1
.96～1.00				1			1
Sum	24	12	1	1	53	6	96

Notes : North, Luzon ············ 1953
Daito Jima ················ 1954
Kinan sho ··············· 〃
Carolines (JUL) ············ 1950
〃 (AUG) ········· 1950, 1951
Pelew ························ 1954

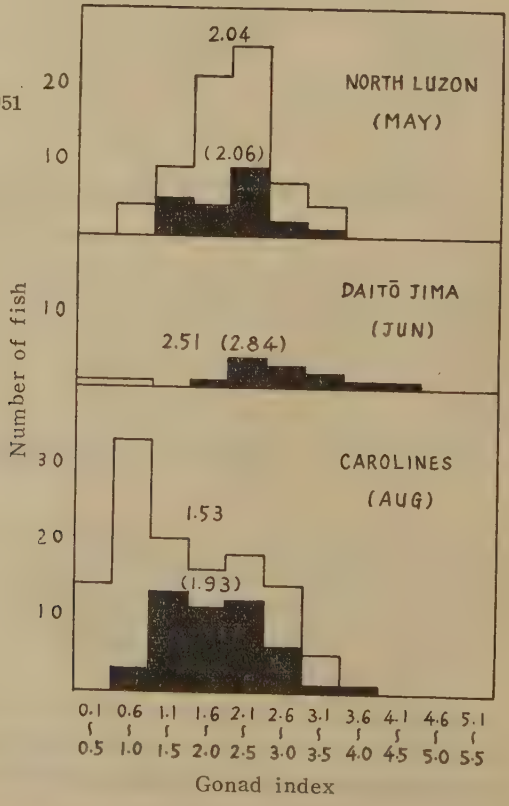


Figure 2. Gonad index Compositions of yellowfin tuna.
Compositions of maturity in Table 1 is shown by the black portion here.
Numerals with and without parenthesis denote the mean of indices of black and total compositions.

1950 年と 1951 年の 8 月の東カロリン海域，1953 年 5 月のルソン島北方，1954 年 6 月の大東島近海からの キハダについて，まづ Tab. 1 の卵径別組成をみるにことする。

第一に指摘されるのは卵巣卵の大きさ 0.40～0.64mm. 程度のものが漁獲物にとくに多い点である。Fig. 3 の 卵径組成をみると，成熟卵団の分離は 0.60mm. 程度からそろそろ始っている。しかし，卵巣の成熟は最大卵団の分離の完成によってほぼ達成されると考えられるので，0.40～0.64mm. 程度の時期は成熟期より 1 段階低い時期と言える。また，表からは，0.40mm. 程度以下の比較的未熟な個体の少いことがみとめられるが，Fig. 2 であきらかなように，東カロリン海域からのものは Sampling と測定の偏向が大きい。したがって，各海域からのキハダについて 指摘される第二の点は 0.64mm. 以上，あるいは一般的に言って成熟したものの極く少い点である。成熟卵団は卵径 0.8mm. 以上になると卵胞上被から腔内に排卵されることがみとめられる。

このような成熟期のキハダの卵巣は得難く，現在まで 5 個体の記録があるに過ぎない。（Tab. 2）。 この現象について Schaefer & Orange は，1)沖合か深層への移動，2）群の逸散，3）せつ餌の停止，といった理由を考えている。いづれにしても産卵準備のできた成熟期のキハダは延縄の漁獲物中にほとんどみとめられないことは事実と思われる。したがって，産卵期の考察は前記の 0.40～0.64mm. 程度の卵径をもつものを手懸りとして行うのが良いと考えられる。

F.C. June は最大卵の形態から，卵巣の熟度を Immature (0.01～0.18mm.), Intermediate (0.18～0.40mm.), Maturing (0.40～0.76mm.), Ripe (0.76～1.23mm.) のように区分している。この中で，漁獲物を通して産卵期を考察する際，最も重要なものは Maturing 期の魚群である。Tab. 3 は Intermediate 期以上の各成熟段階に対応する G. I. の頻度分布である。 Intermediate 期に比べて Maturing 期の個体数が多いのは 先にも述べたように，Sampling と測定の偏向によっているが，両段階の G. I. 分布の違いは平均値の差に端的にみとめられる。このような平均値の差は Fig. 4

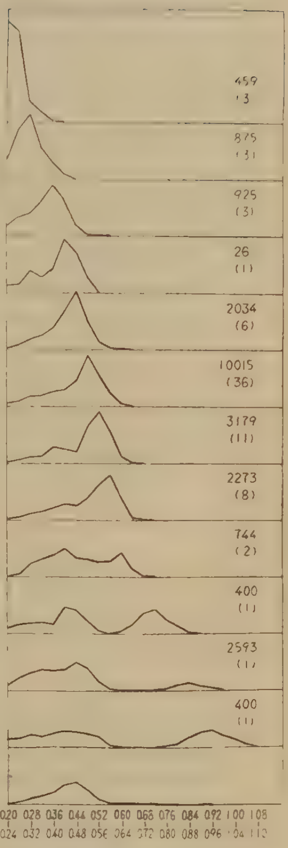


Figure 3. Egg diameter frequency polygons of yellowfin tuna.
upper …… Number of eggs measured
lower …… Number of ovaries

Table 2. Record of capture of yellowfin tuna with running ripe ovarian eggs.

No.	Date	Position	Body length (cm)	Ovary weight (gr)	Mean egg diameter *
1	Ⅶ－14. 1950	1° 31′N 154° 09′E	126	262	0.98
2	Ⅴ－ 6. 1953	18° 56′N 122° 57′E	125	451	0.86
3	Ⅵ－12. 1954	25° 33′N 132° 57′E	125	550	0.94
4	Ⅱ－ 3. 1955	11° 43′S 57° 21′E	138	—	0.91
5	Ⅺ－20. 1956	16° 50′S 146° 48′E	145	1,500	0.83

* 10% formalin 固定のサムプルによる。

Table 3. Distributions of gonad indices in various stages of maturity.

Maturity \ G.I.	0.1～0.5	0.6～1.0	1.1～1.5	1.6～2.0	2.1～2.5	2.6～3.0	3.1～3.5	3.6～4.0	4.1～4.5	4.6～5.0	n	m
Intermediate (0.20～0.40)		3	4		1						8	1.16
Maturing (0.40～0.76)			14	16	23	10	2	2	1		68	2.15
Ripe (0.76～1.00)			1		1	1				1	4	2.80

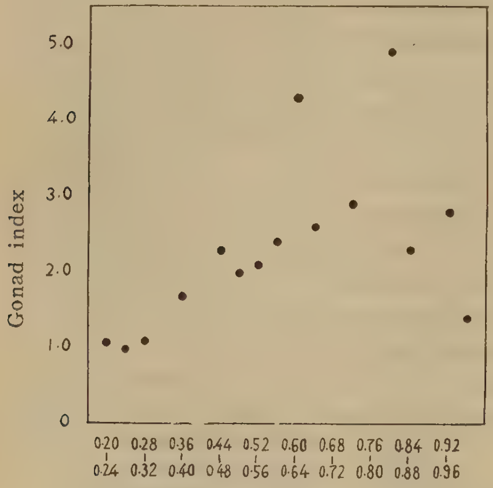


Figure 4. Relation between gonad index and maximum modal diameter of eggs.

の卵径，G. I. 関係からも直ちに理解される。このことから，少くとも Maturing 群と Intermediate 群に関しては，G.I. 組成上での存在位置の違いが指摘される。Fig. 2 によれば，G.I. 2.1～2.5 にみとめられる mode は主として Maturing 期のキハダを，0.6～1.0 のmode は主として Intermediate のキハダをしめすものと考えて良いようである。

各航海平均の G.I. の季節変化

5海区での調査年数は通算2年以上6年以下となっている。また，各海区での卵巣資料の数と季節別の収集状況も非常に違いがある。以下，各海区について航海毎の平均 G. I. の季節変化を調べてみる。もし季節変化に一定の傾向がみとめられれば，ここに用いた資料の不均ころは当面あまり問題としなくてもよいと考えられる。結論的に言うと，漁獲されたキハダの平均 G. I. は航海毎に大きな変動をしめしているにも拘らず，季節変化にはそれぞれの海区でほぼ一定した傾向がみとめられるようである。このことを Figs. 5～11 にしめす。なお，季節変化の考察では海区全部で比較的数の少い 100cm. 以下の小型魚は除外した。

海区Ⅰは 1950～1952 年と 1957～1959 年の都合6年の調査結果である。各月の平均 G.I はかなりのちらばりをしめているが，7月以後の年の後半期でやや高くなっている傾向がある。また，南北の subregions のあいだでも季節変化の傾向は似ているとみとめられる（Fig. 6）

海区Ⅱは 1957 年と 1958 年の結果である。ここでは 12 月から 5月までの半年間調査資料を欠いている。最近2カ年の資料では 10 月から 11 月にかけて平均 G. I. が低下していることが指摘される。

海区Ⅲは主として 1957 年と 1958 年の資料によっている。各月の G. I. は航海毎のちらばりを考慮しても，10 月から1月にかけ低下している傾向がみとめられる。また，南北の subregions のあいだの傾向も本質的に変らない（Fig. 9）。この方面の漁場は 140°W 附近から東方では赤道の南北に分れている。とくに9，10 月頃はこの状態が顕著である。このことについて，中村，山中は赤道の upwelling 部に発達する冷水域によって漁場が南北に押しわけられたためと述べているが，Fig. 9 はそのことを裏付けているといえる。

海区Ⅳは 1957～1959 年の3カ年の結果である。また，調査の行われたのは 12 月から3月までの僅か4カ月間である。図によれば，この時期は1年中でも平均 G. I. の高い期間に属していると考えられる。

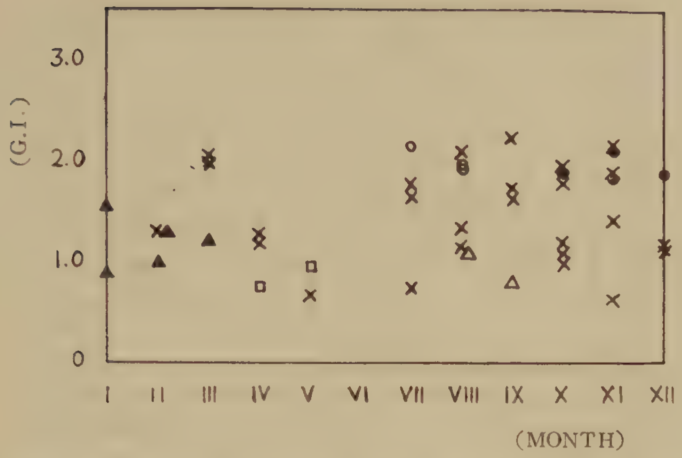


Figure 5. Seasonal changes of mean gonad index, by cruise, for region I.

○ ·········1950 ● ·········1957
△ ·········1951 × ·········1958
□ ·········1952 ▲ ·········1959

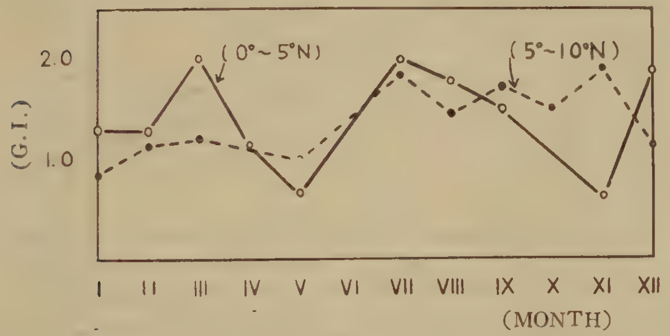


Figure 6. Seasonal changes of mean gonad index both in northern and southern halves in region I.

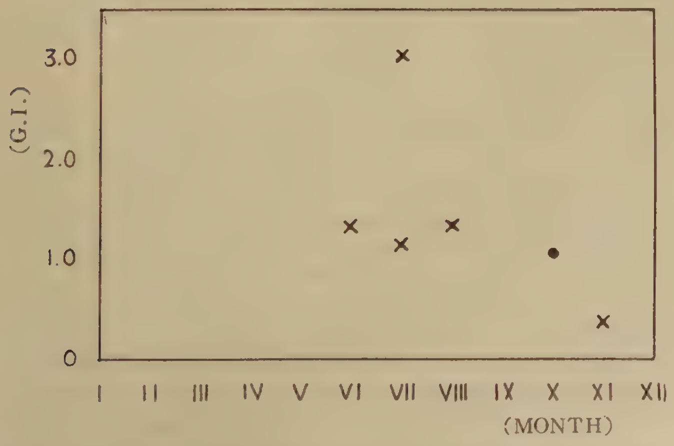


Figure 7. Seasonal changes of mean gonad index, by cruise, for region II. Legend as in Figure 5.

Figure 8. Seasonal changes of mean gonad index, by cruise, for region III. Legend as in Figure 5.

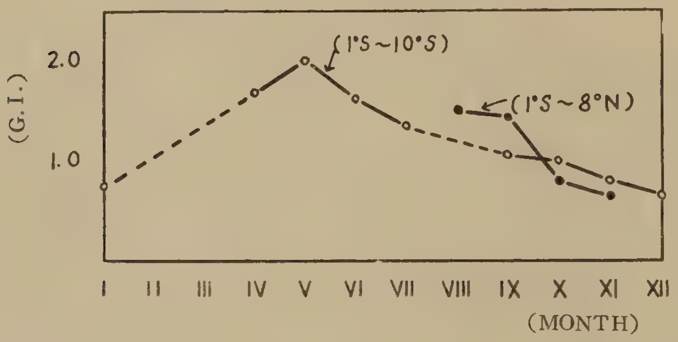


Figure 9. Seasonal changes of mean gonad index both in northern and southern halves in region III.

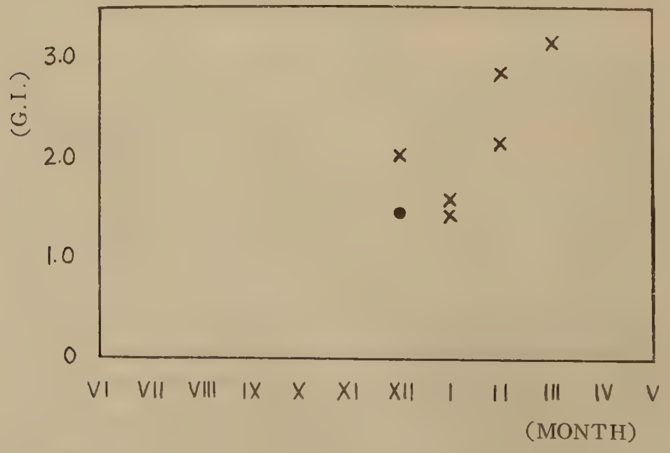


Figure 10. Seasonal changes of mean gonad index, by cruise, for region IV. Legend as in Figure 5.

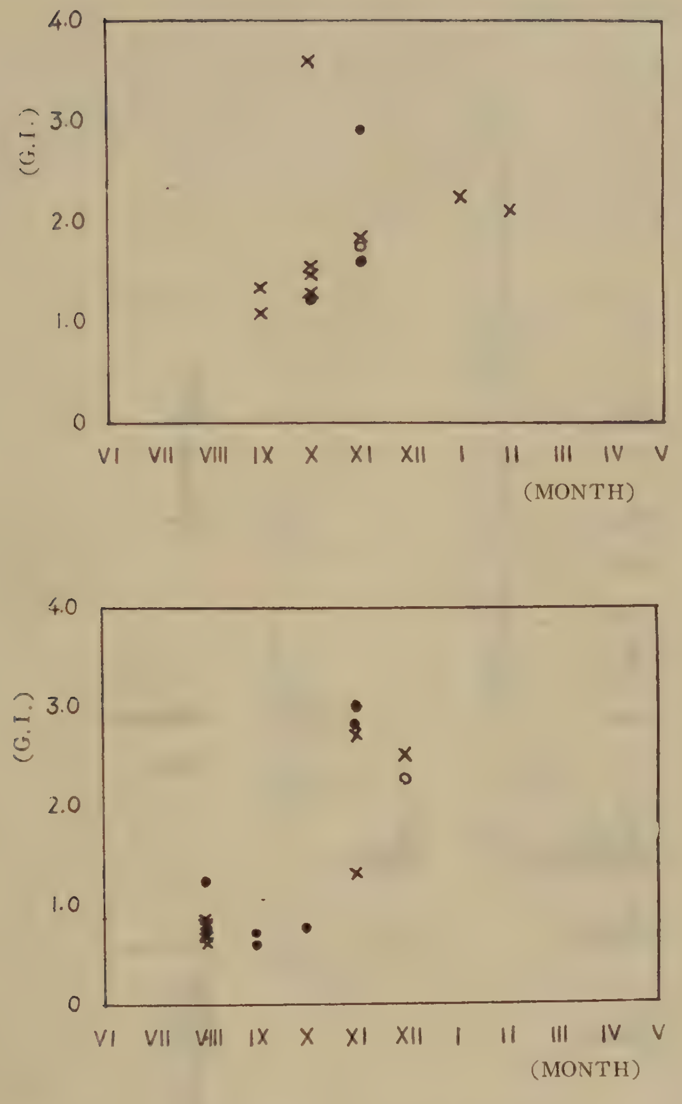


Figure 11. Seasonal changes of mean gonad index, by cruise, for region V.

○………1956　upper………northern area (10°S～20°S)
●………1957　lower………southern area (20°S～30°S)
×………1958

海区Vは 1956～1958 年の 3 カ年の結果である。3 月から 7 月までは資料を欠いている。航海別の平均 G. I. の季節変化を 20°S 線で分けた南北の subregions についてしめした，北部では季節変化は 11，12 月頃をピークとしていることが予想される。しかし海区IVと同様に，9 月から 2 月にかけては比較的高い G. I. の値が保持されている。南部での季節変化も 11，12 月頃をやはりピークとしているようである。ただし，8 月から 10 月までは G. I. の値は極めて低い。この点を除けば，南北での季節変化には本質的な違いはない。

主産卵期の海域的な変化と逆関係

従来の調査資料を季節別に集計して得られる各海区の G. I. 組成は Figs. 12, 13 のようになる。先にみとめられたことからすれば，比較的高い G. I. の値をもった魚群から産卵期を推定することはほぼ可能である。もし，ある程度以上の G. I. の値をもった group が主として Maturing 期の魚群からなると言えれば，この群の季節的な増減は Spawning activity の季節変化の方向を決めるとみてよいと考えられる。このような group を 1.6 以上の G. I. の値をもつものでしめし，便宜上 Maturing 群と呼

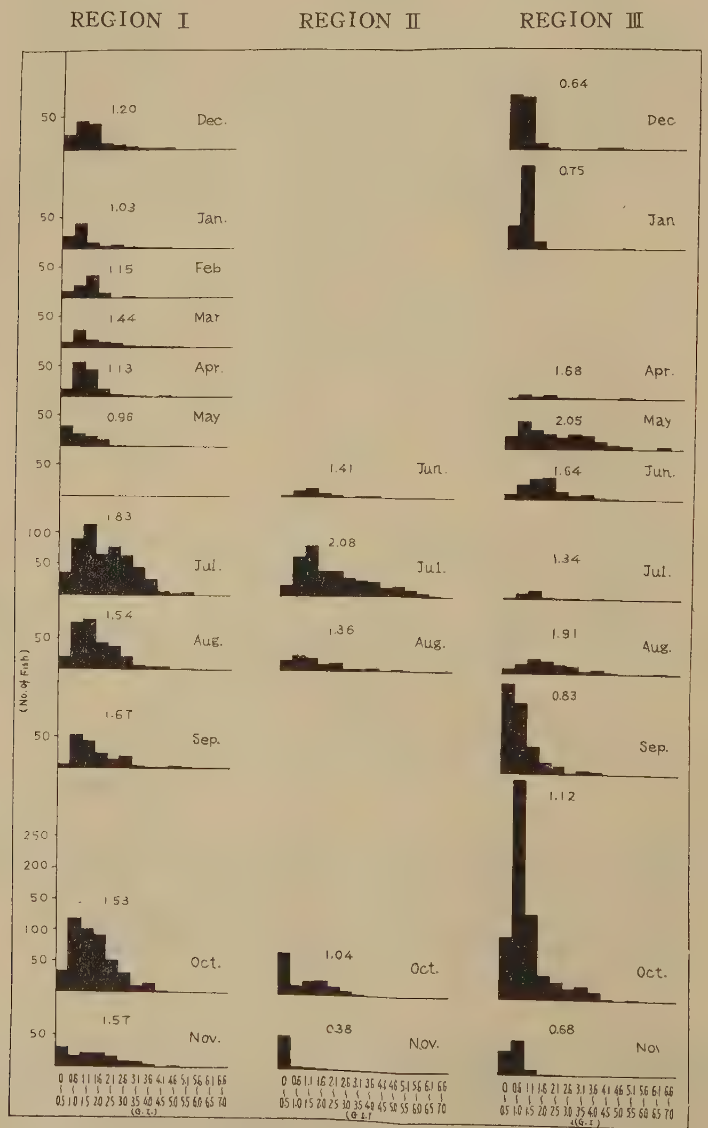


Figure 12. Gonad index compositions, by month, for regions I, II and III, regardless of the year. Numerals show the mean gonad index.

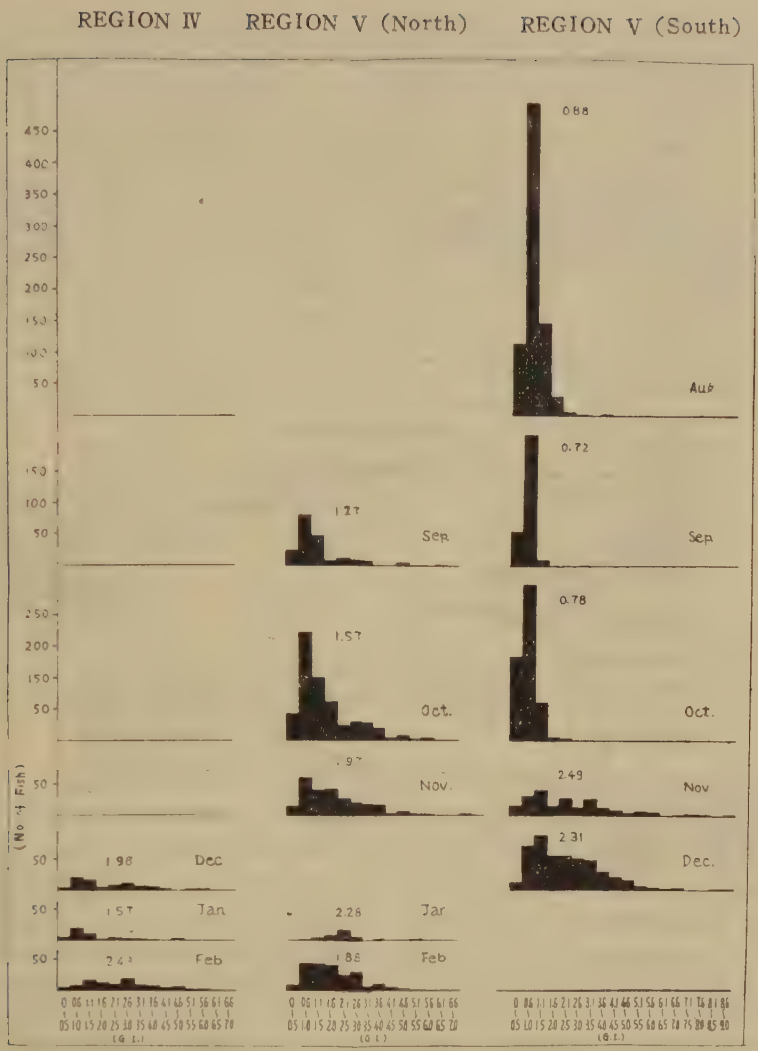


Figure 13. Gonad index compositions, by month, for regions Ⅳ and Ⅴ, regardless of the year. Numerals show the mean gonad index.

ぶ。Maturing 群は海区 I では1年中存在していることが図からわかる。

また，各海区で，この群は時期により mode をなしていたり，いなかったりするが，このことは図に関する限りあまり重要ではない，と言うのは，航海別の資料は魚群の成熟状態については変動が大きく，調査尾数については，互いに極めて不揃いとなっているからである。しかし図にしめす G. I. 組成は過去 2 年から 6 年の資料の集計であるから，平均化された状態に近づいていると考えられる。

Figs. 14, 15 は G. I. 組成から推定される，各海区の Maturing 群の季節的変化を 100 分率であらわしたものである。なお，図では，Maturing 群の他に G. I. 1.5 以下を2つの groups，即ち 1.5～0.6，0.5 以下の2つの groups に区分し，（便宜上，それぞれを，Intermediate 及び Immature 群とする）3者の相対的変化をしめした。

これより各海区の産卵期は大よそ次のように考えられる。

海区 Ⅰでは，キハダの産卵は周年の現象であるが，ほぼ 7 月から 11 月までが産卵の盛期とみとめられる。海区Ⅱの調査は不充分であるが，6 月から10月のあいだは一応産卵の盛期とみてよいと思われる。

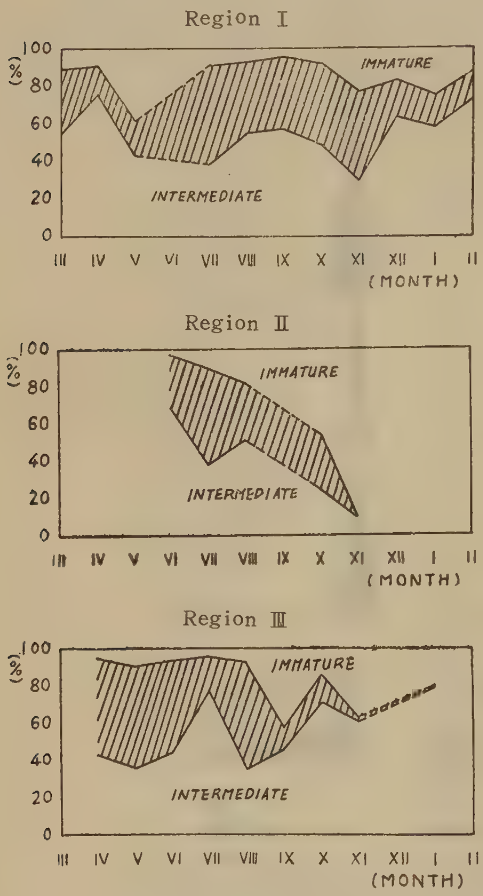


Figure 14. Seasonal changes of the percentage of "Maturing" fish and others, for regions Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ, assigned by the gonad index values.

Maturing (shaded) ……
…above 1.6 in gonad index.
Intermediate……
…between 0.6 and 1.5
Immature………below 0.5

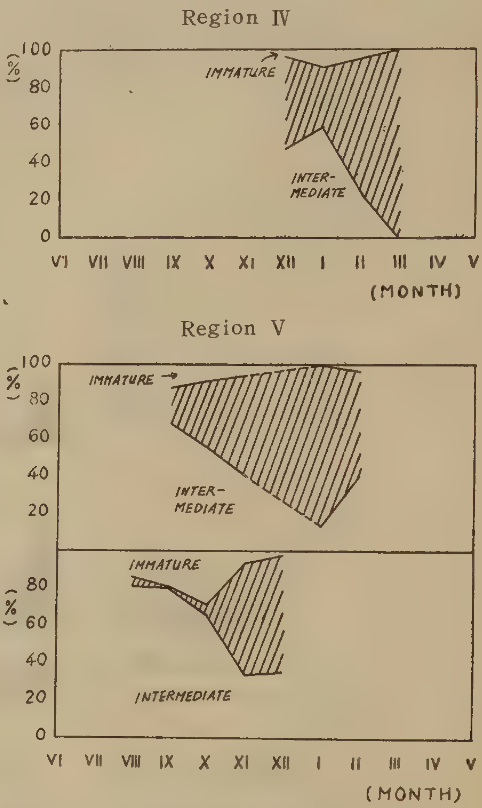


Figure 15. Seasonal changes of the percentage of "Maturing" fish and others, for regions Ⅳ and Ⅴ, assigned by the gonad index values.

Legend as in Figure 14.
upper (region Ⅴ) ……10°～20° S
lower (〃) ………20°～30°

海区Ⅲでは，2 月と 3 月の資料を欠いでいるが，産卵期は 4 月から 8 月にかけてみとめられる。なお，海区間での細かい時期のズレは別として，産卵期または，その盛期が夏を中心とする季節にみとめられることは，赤道太平洋方面に関する従来の報告と一致している。南太平洋方面の調査時期は漁期に制限されていて現状は非常に偏っている。海区Ⅳについては，既に平均 G. I. の季節変化から示唆されたように，12 月から 3 月のあいだが，少くも産卵の盛期に属していることはあきらかと思われる。海区 Ⅴの 2 つの Subre-

gions のあいだではやや異った季節変化がみとめられるが，この海区全体としては，産卵期はほぼ 11 月以後とみとめられる。南部の区域では 10 月と 11 月のあいだを境として急な季節変化がみとめられるが，この現象は北部の産卵群の動きと密接に関係していると考えられる。

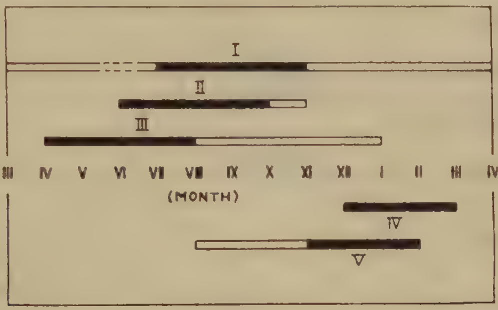
赤道太平洋と，南太平洋方面に関する上述の推定結果から，産卵期または産卵の盛期については，いくつかの興味ある点がしめされる。これは次の 3 点である。

(1). 南北のあいだで産卵期がほぼ逆になっていること。

(2). 東西にわたって産卵期が徐々に変化していること。

(3). 産卵期，またはその盛期はほぼ半年間位と考えられること。

以上の各点は海区別の産卵盛期をしめした Fig.16 に要約されている。



Eigure 16. Seasons of the intensive spawning in the equatorial pacific (regions I, II and III) and south Pacific (regions IV and V).

(1) の南北のあいだの逆の関係は海区 I〜III と海区 IV，V とのあいだに考えられるものである。海区 I，III，V については南北の 2 つの Subregions 間の季節変化を概観したが，その傾向は各海区でよく似ていることがみとめられている。(2)の東西方向の変化は海区 I，II，III のそれぞれの間の時期のズレから推定される。なお，海区 II，IV，V については季節別の資料がまだ不充分である。(3)の，ほぼ半年間が産卵期またはその盛期と推定されることは上の 2 点ともつながりがあるので，その可能性が考えられるところである。なお，この各点については今後の調査の結果をまってもっとよく検討する必要があると思われる。

魚体の大きさと G.I. の季節変化

Figs. 17, 18 は各海区の月別体長組成である。同時に，各体長級について Maturing 群等 3 群の割合をしめしてある。80cm 以下の魚体の卵巣測定例はこれらの海区からはえられていない。

海区 I〜III と海区 IV，V とのあいだでは東方程魚体が大きくなっている。東方海域程魚体が大型化していることは，E.S. Iversen (1956)，薮田，行縄 (1959)，上村，本間 (1959) が既に指摘している。だが，同様な傾向は Maturing 群についてもみとめられる。これは東方海域程大型の産卵群が多くなっていることを意味する。Maturing 群の最小体長は海区 I，II，V では 80cm 台，海区 III では 90cm 台，海区 IV では 100cm 台にみられるからこの群の体長範囲は漁獲体長の範囲にほぼ一致している。

魚体の大きさによる成熟状態の季節変化を平均 G.I. によってしめすと Figs. 19，20 のようになる。海区 I〜III においては，G.I. の季節変化は魚体の大きさに拘らず，ほぼ一定とみとめられる。しかし，海区 IV，V においては，季節変化の傾向は魚体の大小によって必ずしも一致していない。測定資料が非常に少い海区 IV はしばらくおくとして，海区 V のまず北区域をみると，体長 101〜130cm では 1 月，131〜150cm では 11 月頃，151〜160cm では 10 月頃に平均 G.I. のピークがみとめられる。したがって，これらの

体長群については上の各時期をピークとするような産卵活動が予想される。また，南区域においては，101～140cm で 11月，141～160cm では 12 月にピークがみとめられるから，小さい魚体の方がかえって産卵のピークが 1 カ月程早くなっていると推定される。なお，各海区の 100cm 以下のものにみとめられる季節変化の状態は，調査尾数が少いので航海毎の変動による一面がとくに強調されている危険性があるから，この点考慮する必要があると思われる。

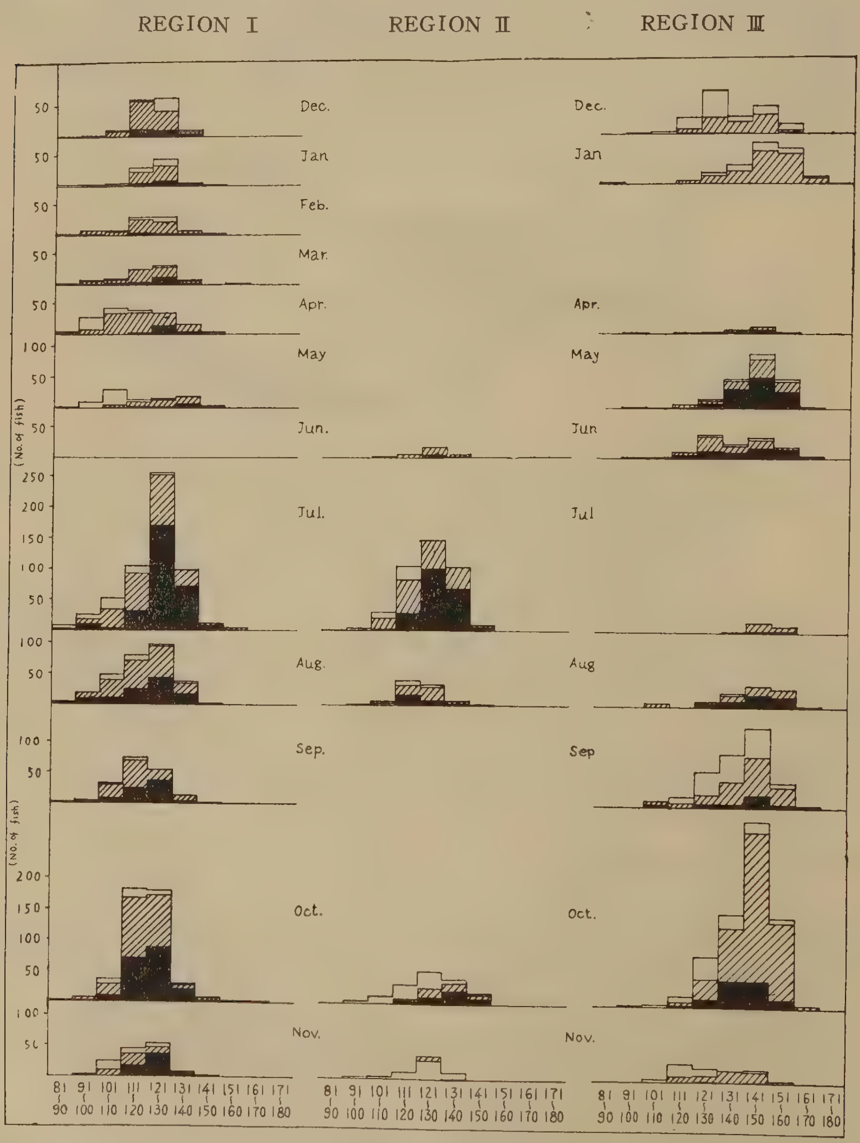


Figure 17. Compositions of body length, by month, for regions I, II and III, showing the abundance of the " Maturing "fish and others in each length class, assigned by the gonad index.

Legend of maturity in Figures 17 and 18 as in Figure 14.

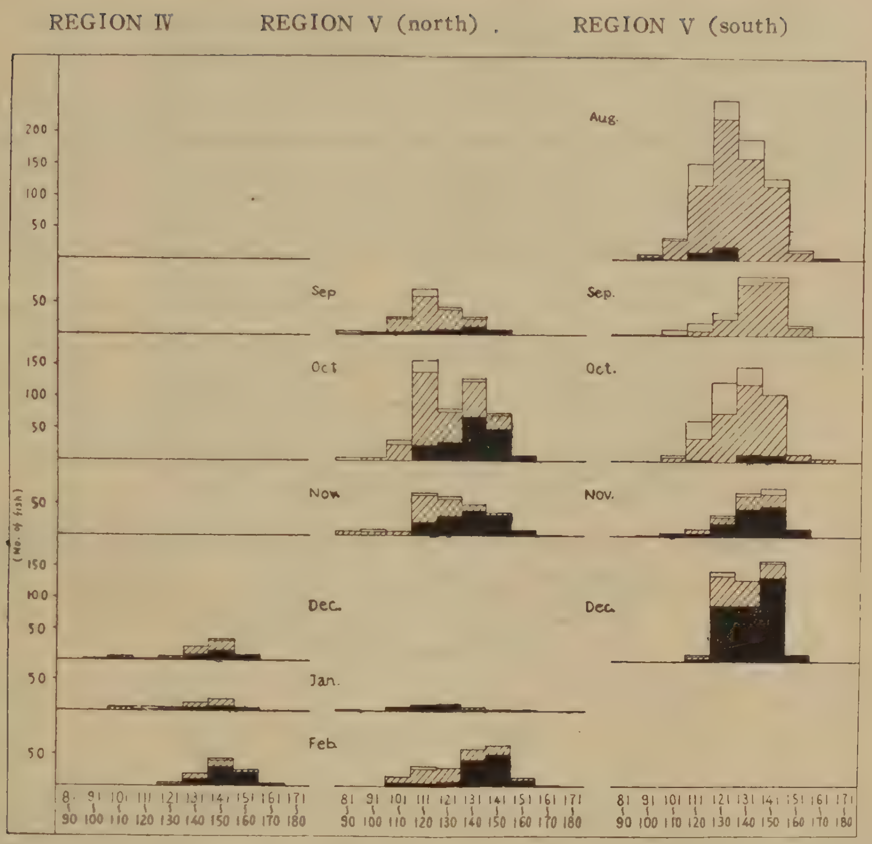


Figure 18. Compositions of body length, by month, for regions IV and V, showing the abundance of the " Maturing " fish and others in each length class, assigned by the gonad index.

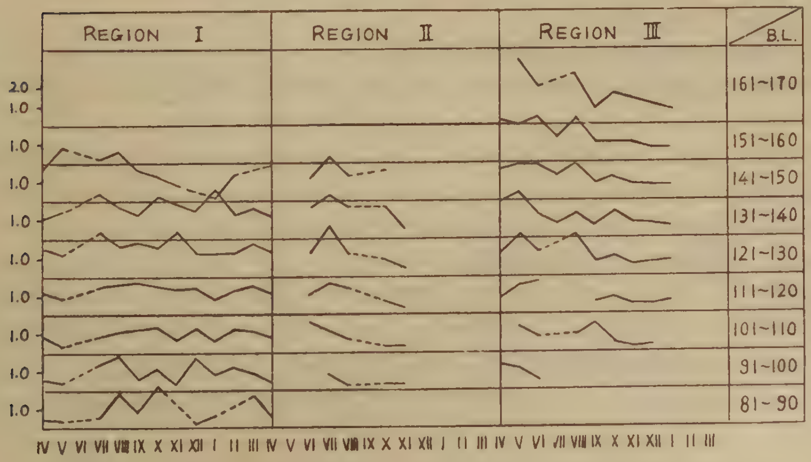


Figure 19. Seasonal changes of the mean gonad index, by length class, for regions I, II and III.

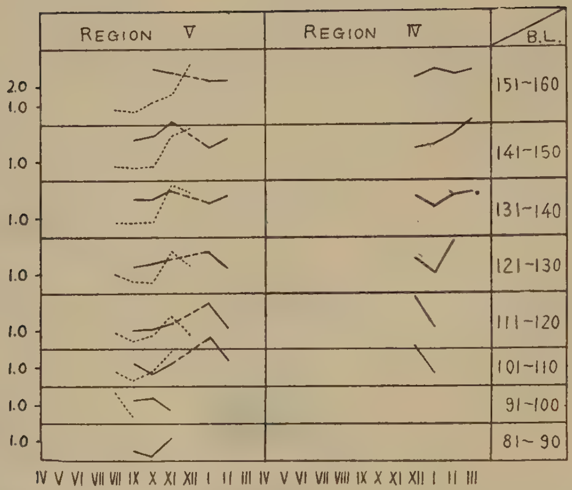


Figure 20. Seasonal changes of the mean gonad index, by length class, for regions Ⅳ and Ⅴ.
For region Ⅴ, solid and dotted lines both for northern and southern areas, respectively.

要　　　　約

本稿は主として地方公庁船（水産試験場試験船，水産高校実習船）の調査結果から，キハダの産卵期について中間的にとりまとめを行ったものである。1959 年6月現在で，118 航海，約 14,600 尾のキハダの卵巣重量の資料にもとづいて，Fig. 1 にしめす赤道太平洋と南太平洋方面の 5海区での産卵期もしくわ産卵盛期を推定し，その海域的差異を考察した。

赤道海域について，まず海区Ⅰではほぼ7～11 月，海区Ⅱでは6～10 月，海区Ⅲでは4～8月がそれぞれ産卵の盛期と推定される。また南太平洋方面については，海区Ⅳでは 12～3月，海区Ⅴでは 11～2月はともに産卵期であることが推定される。

上のような各海区での産卵期から次の事柄が推定される。

1）南北の海域間で産卵期がほぼ逆になっていること，即ち海区 Ⅰ～Ⅲ と海区 Ⅳ，Ⅴ との間の時期の関係。

2）東西の方向に対しては産卵期は徐々に変化していること，即ち，海区Ⅰ，Ⅱ，Ⅲのそれぞれの間の時期の関係。

3）産卵期又はその盛期は約半年ぐらいの期間をもっていること。

魚体の大きさとの関係については次の事柄がみとめられる。

東方の海域程大きい魚体が増えているように，産卵群は東方程大型化している。成熟魚は 80cm 以上にみとめられる。ただし，80cm 以下からの資料はない。魚体の大きさからみた Gonad index の季節変化によれば，海区Ⅰ～Ⅲでは季節変化の傾向は大小によらずほぼ一定とみなされる。しかし，海区Ⅳ，Ⅴでは必ずしも一致せず，大小によって spawning activity のピークが季節的に前後していることが示唆される。

参　考　文　献

BUÑAG, D. M., 1956

Spawning habit of some Philippine tuna based on diameter measurements of the ovarian ova. Philip. jour. fish., vol.4, no.2,

IVERSEN, E. S.,

Size variation of central and western Pacific yellowfin tuna. Spe. sci rep., no.174

JUNE, F.C., 1953

Spawning of yellowfin tuna in Hawaiian waters. U. S. fish and wildl. serv., F.B.77

上村忠夫, 本間操, 1959

マグロ延縄漁業平年漁況図（南太平洋の漁場), 日本鰹鮪漁業協同組合連合会発行

木川昭二, 1957

西太平洋のメバチの産卵水域, 南海区水研報告 No.5

MATSUMOTO, W.M., 1958

Description and distribution of larvae of four species of tuna in central Pacific waters. U.S. fish and wildl. serv., F.B.128

MEAD, G.W., 1951

Postlarval *Neothunnus macropterus*, *Auxis thazard*, and *Euthynnus lineatus* from the Pacific coast of central America. U.S. fish and wildl. serv., F.B.63

中村広司, 山中一, 1959

マグロ類の分布と海洋構造, 日本海洋学会誌（未刊）

中村広司, 1959

マグロ延縄漁業平年漁況図（総説）, 日本鰹鮪漁業協同組合連合会発行

SCHAEFER, M.B., 1948

Spawning of Pacific tuna and its implications to the welfare of the Pacific tuna fisheries. Trans. 13 th north American wildlife conference., pp. 365−371

SCHAEFER, M. B. and J.C. MARR, 1948

Spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the Pacific Ocean off central America with description of juveniles. U. S. fish and wildl. serv., F.B. 44

SCHAEFER, M. B. and C.J. ORANGE, 1956

Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in three areas of the eastern Pacific Ocean, by examinations of gonads. Inter-American tropical tuna commission., vol.1, no.6

SHIMADA, B.M., 1951

Contributions to the biology of tunas from the western equatorial Pacific. U.S. fish and wildl. serv., F.B.62

WADE, C.B., 1950

Observations of the spawning of Philippine tuna. U. S. fish and wildl. serv., F.B.50

YUEN, H.S.H. and F.C. JUNE, 1957
Yellowfin tuna spawning in the central equatorial Pacific. U. S. fish and wildl. serv., F.B.112

藪田洋一，行縄茂理，1959
マグロ延縄漁業平年漁況図（太平洋赤道海域の漁場），日本鰹鮪漁業協同組合連合会発行。

赤道太平洋におけるキハダの成長と年令

I 体長組成からの検討*

薮田洋一・行縄茂理

（南海区水産研究所）

Growth and age of the yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) in the equatorial Pacific.

Study of length frequency distributions……… I

Yôichi YABUTA, Mori YUKINAWA

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

The area of the Equatorial Counter Current and the South Equatorial Current are well known as the quite excellent fishing ground of the yellowfin tuna. The authors studies the analysis of the length frequency distributions of yellowfin tuna caught in this area, and examined the seasonal changes of some length-groups.

Obtained results as following.

1. Each modes of the length frequency distributions which appeared in the same season occure in similar positions.
2. In the equatorial region there is modal progression with time, and it indicate the growth of fishes.
3. The annual growth curves (A～F curves, in Fig. 5) has slightly difference in each other. If the growth is faster in some age, the growth in the next age is slower. And also, the converse goods.
4. The relationship between age and length are shown in Table 5, but this rate variate year by year.

* 南海区水産研究所業績 第145号

キハダの成長と年令については多くの報告[1~7]があるが，それらの結果には相当な差がみられる。著者等は日本近海において，竿釣や延縄によって漁獲されたキハダの体長組成にみられる Modal length の季節的な移行から，成長と年令について考察し報告した。今回はキハダの主分布海域である太平洋赤道海域において，延縄によって漁獲されたキハダの体長組成より，成長と年令に関して更に詳細な検討を加えた。

本報文では，体長組成に認められる見掛け上の Mode の移行によらず，体長組成に正規分布曲線をあてはめて，いくつかの体長群に分解し，その季節的移行から考察した。この方法は既に須田[8]がビンナガにおいて試み，既往の諸報告と比較してその妥当性を報告している。又現在，別に鱗による方法を用いて年令査定を行っており，本報告と比較検討を行った上，近く報告したいと考える。

本文に入るに先だち，適切な御助言と御協力を頂いた中村所長，矢部遠洋資源部長，遠洋資源部の諸氏，資料蒐集に御協力頂いた各県水試の方々，資料の整理，計算を煩した明神方子氏に厚く御礼申しあげる。

I 資料及びその整理

資料は南海区水産研究所の調査計画に基づいて，東京，焼津，三崎（神奈川水試調査）等の水揚地において蒐集したもの，及び公庁船上において体長測定されたものである。期間は 1950年以降 1957年 12月迄のものである。これらの体長測定資料 *1 を操業報告を参照して，船別，年月別に整理し，後述する海域区分に従って 2 cm 単位で集計した。その後に百分率を計算し，爾後の正規分布曲線のあてはめのために 3 階級の移動平均を行った。

II 海域の区分

キハダの体長組成に正規分布曲線をあてはめて，妥当と思われるいくつかの体長群を得るためには，少くとも1000尾以上の測定資料が必要で，それ以下ではスムースな体長組成は得られない。従って可及的多数の測定資料を得るために海域区分を出来るだけひろくとり，集計を行う必要がある。

第 1 図は船別の体長組成を東西方向に並べて示したものである。図から，同じ年月であれば，海域が異っても Modal length（矢印で示す）には著しい差異は認められない。しかし既に指摘した如く[5]，東方の海域程 Modal length はやや大きい体長級に現われる傾向をもつが，その間のズレは最大 5 cm前後である。又海域が異っても Modal length には 大きな差異がみられないことに

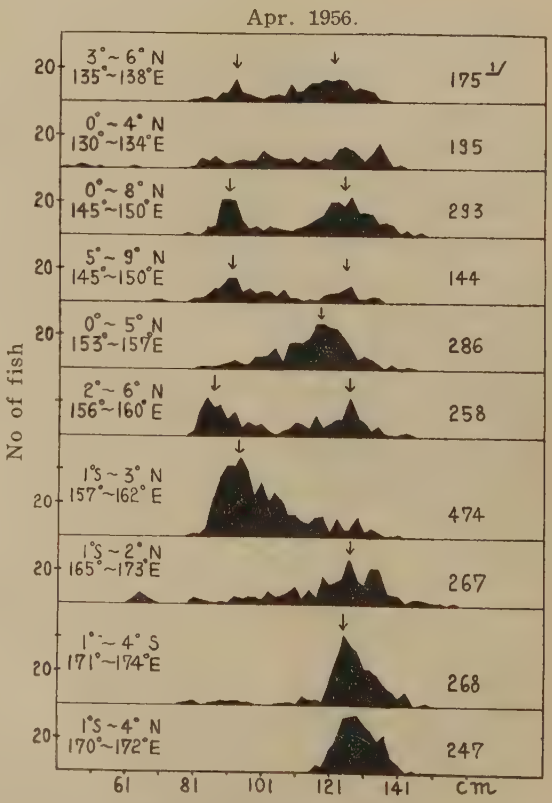


Fig. 1. Longitudinal length frequency distributions of the yellowfin by each vessels. (1/…No. of fish measured).

* 一船の水揚物測定率は原則として 3 分の 1 の系統抽出を行い，止むを得ない場合には実情に応じて多少変更した。公庁船上では悉皆調査である。

Table 1. Modal length and its proportion (%) of each length-group. (by longitude).

	Long.	Lat.	I	II	III	IV	V	No. of fish
1955 May	130°～140°E	1°S～6°N	89 13.1	99 3.3	113 32.6	124 37.0	134 10.4	1,199
〃	140°～150°E	1°～7°N		95.0 27.9	109 5.3	124 58.1	135 7.3	3,041
〃	150°～160°E	1°～8°N	87 26.2		109 5.1	123 58.9	136 8.0	1,887
〃	160°～170°E	2°～6°N		101 18.8	115 11.2	125 48.0	135 18.8	2,069
〃	168°～172°E	7°S～5°N		96 17.6	111 5.0	126 61.4	143 13.6	4,905
Mean	130°E～172°E	7°S～8°N	88.0	97.7	111.4	124.4	137.6	
1955 May	170°W～180°	5°S～4°N			112 3.1	129 54.6	145 35.1	4,628
〃	162°～170°W	5°S～2°N				132 54.5	146 36.3	3,371
1956 Feb.～Mar.	130°～140°E	2°S～12°N		91 18.6	111 32.7	126 40.9	(136 1.4)	840
〃	140°～150°E	〃		86 6.2	109 31.7	123 45.1	133 17.1	5,050
〃	150°～160°E	〃		89 16.5	110 14.0	125 63.5	(136 1.8)	3.742
〃	170°E～180°	〃		?	113 11.9	127 63.5	139 20.3	871
Mean	130°E～180°	2°S～12°N		89.0	110.8	125.3	136.0	

ついては，IVERSEN [9] も報告している。第1表は赤道海域における経度別体長組成に正規分布をあてはめ，得られた各体長群の Modal length と，各群の全体に占める割合（%）を示したものである。表によれば，東経の海域においては Modal length の経度による差異は少いが，日付変更線附近より以東では急に大きい体長級にズレ，体長の小さいものより，大きいものにおいて著しい。又，1955年5月及び1956年2月のものも共に同様な Modal length のズレを示していることから，周年に亘って上述の傾向をもっているものと判断される。なお，東方の海域程大型群の割合が著増していることは既に報告した所である[5]。

第2図は船別体長組成を南北方向に並べて示したものである。図から5°S以北と12°S以南とでは異った体長組成を示している。即ち，5°S以北の海域では113cm附近，12°S以南では，135cm附近に Mode を持つ群がみられ，125cm 附近のものは両海域共出現している。5°～12°S 間の資料を欠いており，経度も南程東方えズレてはいるが，南北方向による Mode のズレは殆んどないと判断される。第2表は緯度別の Modal length 及びその割合（%）を示す。南側の海域程月がおくれているが，緯度による Modal length の差は少い。1955年3月にはV群の Modal length が南程小さい傾向がみられるが，これはこ

Feb. '54

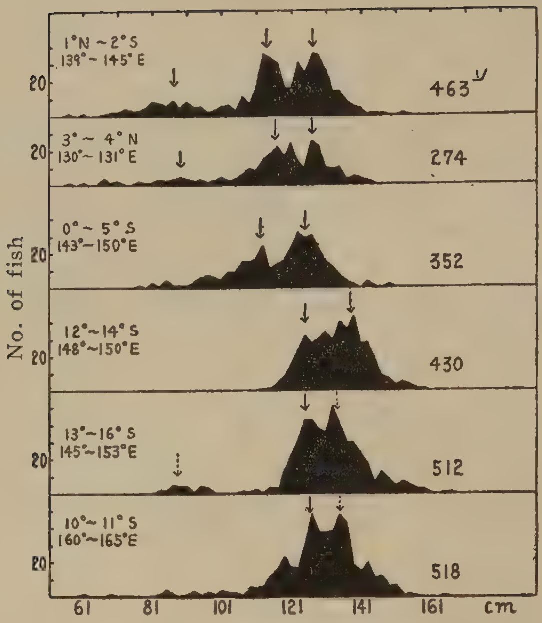


Fig. 2. Latitudinal length frequency distributions of the yellowfin by each vessels. (1/…No. of fish measured)

Table 2. Modal length and its proportion (%) of each length-group. (by latitude)

Year Mon.	Lat.	Long.	II	III	IV	V	No.of Fish
1955 Mar.	6°〜10°N	150°〜160°E	93 17.2	105 6.7	126 69.9	139 6.9	1,194
〃	4°〜6°N	〃	92 17.7		125 71.9	136 8.5	688
〃	2°〜4°N	〃	92 7.0	107 3.3	123 76.3	134 14.0	2,659
1955 Apr.	2°〜4°N	169°〜174°E	99 7.5		124 83.1	139 7.7	2,344
1955 May	2°〜7°S	172°E〜180°	96 37.8	109 5.5	125 35.5	141 13.6	1,261

の群の占める割合が北方程小さく，且つ又，体長組成の裾の部分に当っており，このために生じた誤差によるものではないかと思われる。第3表は赤道以南のものであるが，緯度による差はあまりない様である。但し，正規分布曲線をあてはめる際，10°S 以南の船別体長組成から Mode の位置を把握することは困難であった。従って第3表の Modal length についての信頼性はうすい。

上述の海域による体長組成の比較検討から，5°S〜12°N，130°E〜180° の海域を一括し，同年月のもの

Table 3. Modal length and its proportion (%) of each length-group. (in the southern hemisphere)

Year Month	Lat.	Long.	II	III	IV	V	VI	VII	No. of fish.
1954 Jan.	0°~10°S	150°~170°E			115 58.9	131 26.8			1,179
〃	10°~20°S	〃			119 5.3	134 51.8	146 32.6	156 9.0	1,434
1954 Feb.	〃	〃			120 7.3	131 50.1	144 28.8	153 8.8	1,751
1955 Jan.	〃	〃			123 26.4	135 18.7	145 34.3	155 15.6	4,907
1955 Feb.	〃	〃	93 5.0	107 8.5	121 26.4	135 36.8	148 16.5		1,680
1956 Mar.	0°~10°S	〃	88 35.5	105 33.4	123 26.7				2,818

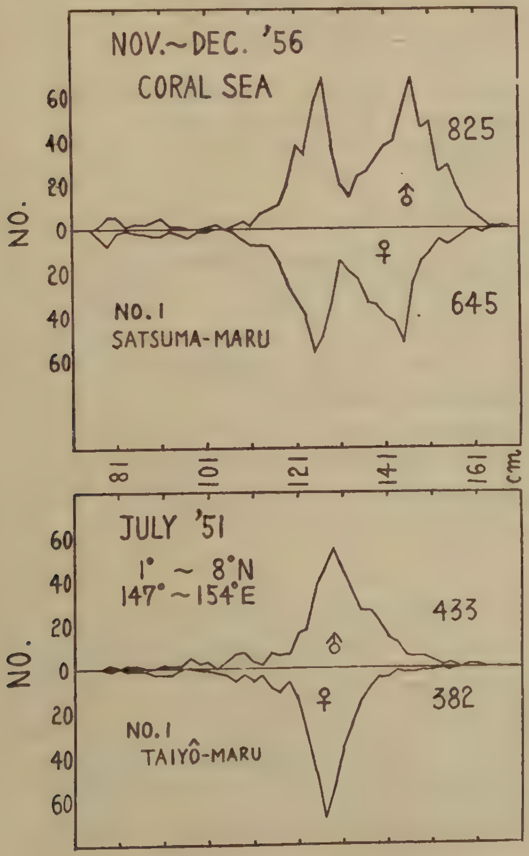


Fig. 3. Length frequency distributions of the yellowfin.

を集計した。即ち，この範囲内では体長組成に差異はあるが，Modal length のズレは比較的小さいと考えたからである。180° 以東を除いたのは資料の少いこと，Modal length のズレが大きいことを認めたからであり，又，5°S 以南を除いたのは，魚体が大型のものに限られ，船別体長組成から Mode を推定することが困難であったからである。更に第3図の如く，同年群と思われる雄の Mode は雌のそれより数 cm 大きい体長級に現われ，且つ大型のもの程雄の割合が高くなるという雌雄差がみられた為である。この性による魚体の差異，及び成長度の差については今後の資料の充実をまって解明したいと考える。

III 体長群の季節的移行

前項で述べた理由から 5°S~12°N，130°E~180° の範囲における年月別体長組成に正規分布曲線をあてはめ，いくつかの体長群に分解した。前項で方法についてふれなかったので，簡単に述べる。先づ，船別体長組成から Mode の出現する体長範囲をしらべ，その範囲内に正規分布曲線の Mode を持つようにし，正規分布曲線の和が原体長組成と一致するよう

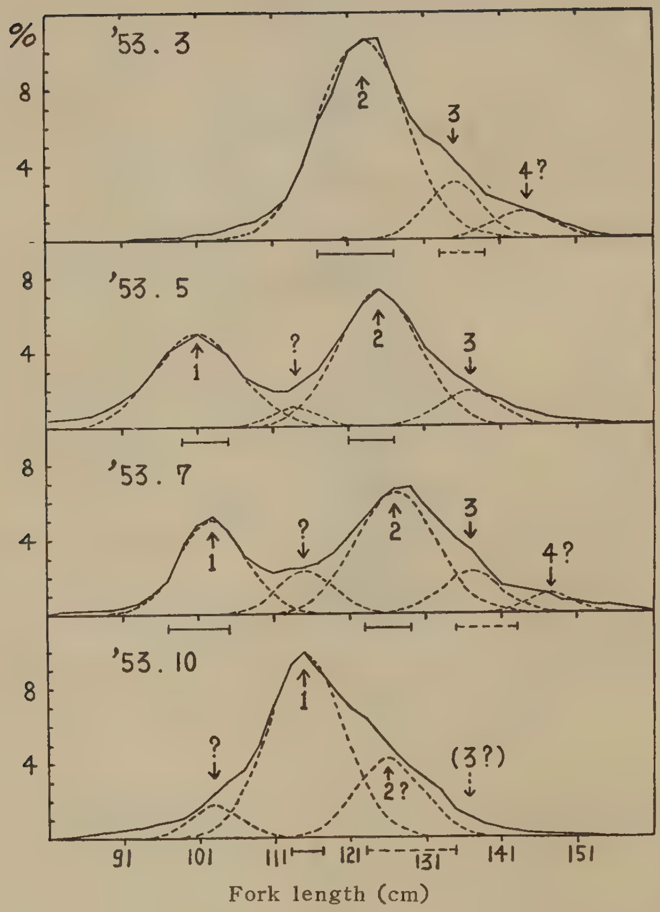


Fig. 4. Length frequency distributions of the yellowfin, caught in the western equatorial Pacific.
full line ; length frequency curve indicated by lapped mean between 3 length classes.
broken line ; length group estimated by fitting normal curves.

にした[*2]。その一例を第4図に示す。図中 ├──┤ で示してあるのは 船別体長組成の Mode の出現した体長範囲を，├┈┈┤ で示したものはその推定範囲である。図中の1，2，3は船別体長組成の Mode と略一致している ものであり，？及び4？はそこに一群入れないと原体長組成と一致しないために入った体長群である。？群は3階級の移動平均を行ったために生じた群と考えることも出来，4？群については，この群の占める割合は小さく，且つ体長組成の裾の部分に当っており，又，性による魚体差も考えねばならないので，やや疑問 視されるものである。しかし，この4？群は第3表，第2図で示した如く，10°S 以南ではその割合が著しく高いことから，その妥当性は強いと考える。この点については種々問題があるので後述することにする。

*2 数例についてカイ平方検定を行ったところ，いずれもよく適合した。

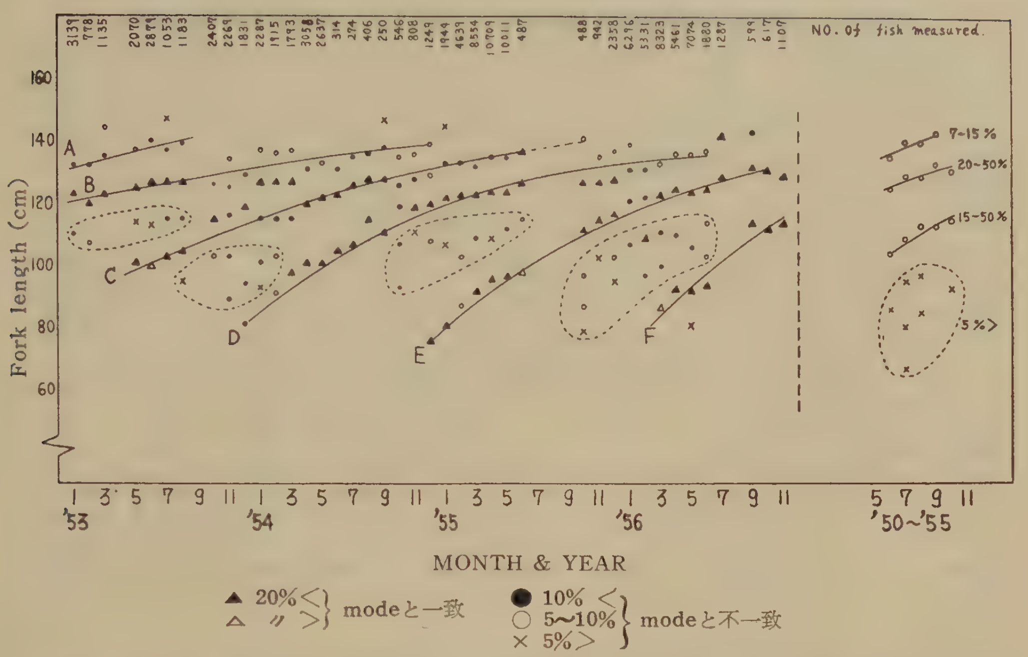


Fig. 5. Actual and interpolated values in length plotted against months. (Points marked by ▲, △ are actual modal length and ●, ○, × are possible or theoretical modal length.)

第4図のようにして得た Modal length を年月別に Plot すると第5図の如くなり，4年間に亘って Mode の移行（成長を示すと考えられる）がみられる。即ち，発生年群別の成長曲線（A〜F）*3 が得られる。この各曲線は船別体長組成にみられる Mode と一致するもの（▲，△印）を結んである。このうち C の曲線は1954年1月頃には130 Cm 前後に達するように考えられるが，D〜F の系列からみて図の如くなると考えた。各曲線上の Modal length には 5 Cm 内外の『フレ』が存在するが，これは既述の東西方向の Mode のズレが反映したもの，即ち資料の得られた海域の偏りによるものである。第4図で示した？群は点線で囲って示し（○，•，×印）てあるが，概ね各曲線間に現われる。これらの各？群の割合は全般に低く，既に述べた理由からも魚群の成長を問題にする場合には除外しても大きな誤りを犯すことはないと考えられる。又第5図においては夏季の資料が著しく少いので，参考として6月〜10月の月別平均の Modal length（'50年〜'55年迄の月別体長組成に正規分布曲線をあてはめて求めた）を示してあるが（第5図右側），100 cm 以上のものでは '53〜'56年 の各年のものとよく一致している。それ以下のものについてみると，各群の占める割合は5％以下（×印）であり，何も言及し得ない。

再び第5図についてみると，'56年2月には 110cm 附近に Mode があるが，これは船別体長組成で認められたものとよく一致し，この群が全体に占める割合も 28％ に達している。又この前後の月では全体の 10〜20％ を占める体長群（•印…100〜110cm 間）が出現している。この様な魚群の出現は，その前年においても 10〜20％ を示す例もあるので，詳細な検討が必要である。そこで上述の資料に一部含まれているが，'53年以前にソロモン群島沿海で母船式操業が行われた際の測定資料をとりまとめて体長群に分けてみた。その結果を第4表に示す。表中 Under line を附してあるのは原体長組成の Mode と一致するものを示している。資料は数ケ月に亘っているが，各年の Modal length は略一致しており（最大7 cm ズレ

*3 '57年1月〜12月迄の測定は体重で求められているが，主群の移行は前年と同様であった。

Table 4. Modal length and its proportion (%) of each length-group.

Year Month	Lat.	Long.		I	II	III	IV	
1950 June.July	2°S~12°N	130°~150°E			107 26.9	126 54.5	137 12.8	
〃 July.Aug.	2°~6°N	150°~160°E		88 10.9	110 18.1	128 52.5	142 12.2	
1952 June~Aug.	6°~10°S	155°~165°E	(77? 4.0)	95 6.0	115 24.9	128 60.4		(150 ? 2.8)
〃	2°~6°S	155°~165°E	(79? 2.6)	95 25.9	114 22.5	128 38.5	137 3.9	
1953 June~Aug.	6°~10°S	〃		95 7.6	106 30.0	124 49.8	137 11.8	
〃	Southern water of Solomons.				106 19.4	123 39.1	137 32.2	(150 ? 8.3)
Mean.			(78.0?)	93.1	109.7	126.2	138.0	(150.0?)

る場合もあるが)，それらの平均値は第5図のものとも一致する。しかし 100cm 以下のものや 140cm 以上のものについてはその信頼性はうすいけれども，かなり高い割合を示すことは注目に値する。特に100cm以下のものは第5図の点線で囲まれた魚群と何等かの関連を持っている可能性のあること，又南北両半球における産卵期のズレ[10] 等に起因するもののように思われる。このような特例を包含しているので，今後の研究にまたねばならない点も多いが，現段階ではA~Fの各曲線間に出現する群が 110cm 以下のものであり，その割合も低い点から一応除外して記述を進める[*4]。

第5図に示したA~Fの曲線を既報の日本近海における曲線[*5] と比較すると，125cm 以下においてはよく一致している。それ以上の大きさで差があらわれているのは，原体長組成が大型の方え裾を引いている場合には，正規分布曲線より求めた Modal length は見掛け上のものより小さい方にあらわれるためであろう。又 A~F の各曲線には多少のズレがみられるが，これは成長度の年による相違を示すものと考える[*6]。

Ⅳ 結果の考察

前項で得たA~Fの系列に属する Modal length を Phase をずらして Plot すると，第6図の如くである。図は日本近海におけるキハダの成長を参照し，6月に現われる 100cm 前後の Mode は I Age の終りに達するものとして年令を示した。又，図には発生年別（A~F の各曲線別）に Plot してあるが，年により或いは魚体の大小によってもかなりの変動がみられ，ある年令で成長が速ければその後におそく，おそかった後では速くなる傾向を示すようである。

現在迄に，日本及び米国では数多くのキハダを標識放流しているが，我々の知り得た長期再捕は米国の 4

*4 Schaefer（文献7）も 100cm 以下のものではこの群の存在を認めているが，成長度を考察する場合には一応除外している。

*5 南水研報告第5号（文献5），P. 131, Fig.4 参照。

*6 Schaefer（文献7）もこの点を指摘している。

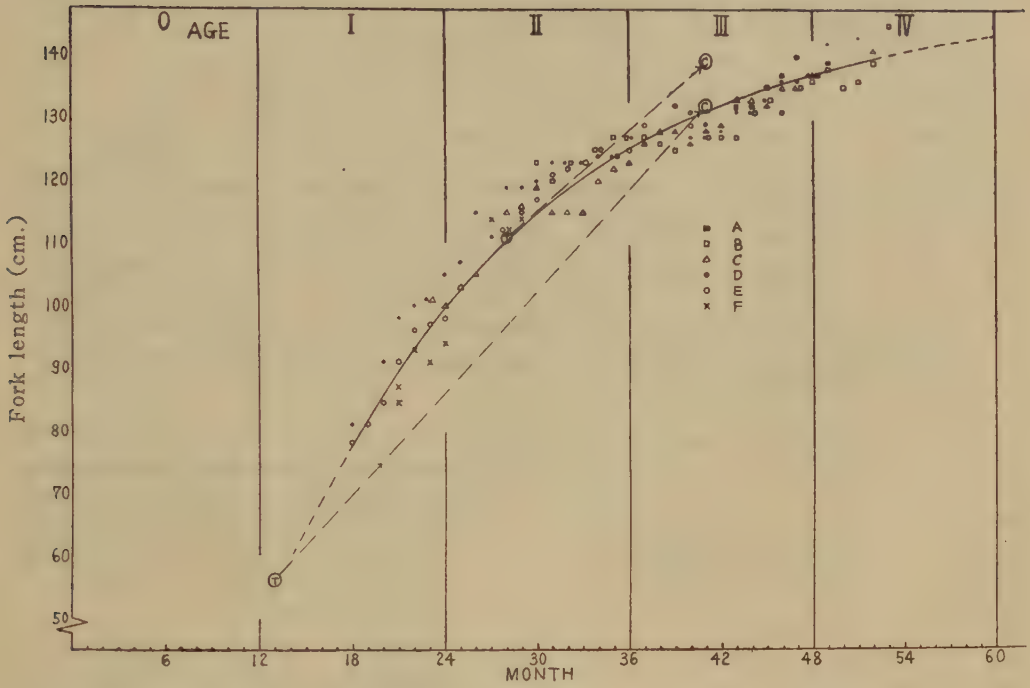


Fig. 6. Age-length curves of yellowfin tuna in the Equatorial Pacific.

尾であり，且つ再捕時の体長が判明しているのは2尾である*7。これを図に入れると，'55年11月に放流し，翌年1月に再捕されたものは成長曲線（第6図）を上廻る成長を示し，'56年7月に放流し，'58年11月に再捕されたものは完全に一致した成長度を示している。又当水研で放流したキハダのうち，6ケ月以上経過して再捕されたものが2尾ある*7。No.3 の個体は第6図の成長曲線をやや下廻る成長を示しているが，No.4 の個体は完全に一致した成長度を示している。

このように長期再捕の記録は米国及び日本における夫々2例であり，海域も全く離れているに抱わらず，

---

*7

No.	Tagged				Recovered				Remarks
	Date	Station	Fork length	Name of ship	Date	Station	Fork length	Name of ship	
1	'55, X−8	Adjacent seas of Christmas Is.	cm 111.0	P.O. F.I.	'56, XI−10	2°−45′N 143°−00′W	cm 139.0	No. 7 Sakura-Maru	Maguro-Gyogyô, No. 37. 1957
2	'56, VII−?	S.20′ off San Diego	56.0		'58, XI−?	N.60′ off San Diego	132.0		Kaigai Suisan Zyohô No.105, 1959, (Vol.6,No.6)
3	'59, II−27	21°−57′N 143°−29′E	53.0	Syunyô Maru	'59, XII−4	21°−57′N 143°−29′E	79.6	Hinode-Maru	
4	'59, III−6	〃	65.5	〃	'59, XI−21	〃	94.5	〃	

文献（7）によると，11,263尾放流（'55〜'58年）し，再捕したものは 60日以内 227尾，60〜180日，150尾，180日以上119尾となっているが，我々がそれらの体長を知り得たものは少い。又再捕されたものは放流位置から殆んど90浬以内で，夫以上のものは91尾となっている。

成長度が図のものとよく一致することは注目すべきである。即ち，この成長曲線の妥当性を示すと共に，海域による成長度の相違は少いことを示していると考える。

Table 5. Age and length. (cm)

O Age	I Age	II Age	III Age	IV Age	Worker.
Less than 54	54～103	103～136	136～155	155～168	Walford 1946
〃 54	54～104	104～135	135～155	155～168	H. L. Moore 1951
〃 51	51～100	100～133	133～146		Yabuta & Yukinawa 1957
〃 54	54～84	84～126	126～140		M. B. Schaefer 1958
〃 51？	51～100	100～125	125～137	Presumption 137～145	Yabuta & Yukinawa 1959

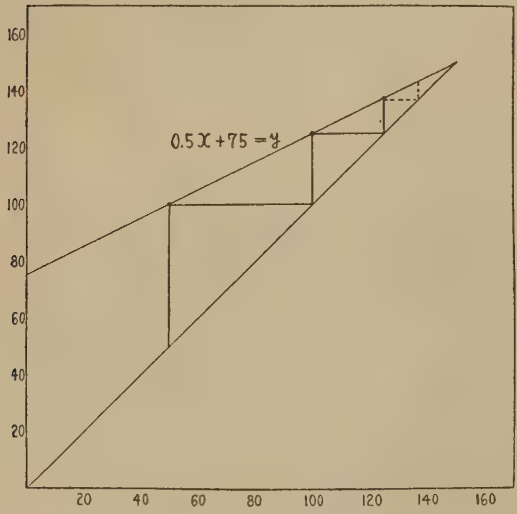


Fig. 7. Graphic transformation method (Walford).

このようにして求められた成長曲線は既往の報告のうち，H. L. Moore，M. B. Schaefer，藪田，行縄の結果と若年時（体長 100cm以下）においては一致している。即ち第5表に示す如く*8 若年時の成長は早いが，その後急におそくなるものと判断される。

第5表に示したもの以降の年令を Walford の定差図によって計算すると，第7図の如く，IV Age の終りには約 143cm に達し，計算最大体長は 150cm となる。この 143cm は第6図から推定される 145cm（第3表からも推定される）に近い。又現在迄に測定し得た最大体長は 178cm であるが，ここに使用した約11万1千4百尾の測定中，161～164cm は 39尾，165～170cm は 24尾，171cm 以上は3尾を数えるに過ぎない。又最大体長群の Mode は 150cm 附近であるので，一応満足すべき結果と云えよう。

このように第6図の成長曲線や第7図の定差図から推定して，IV Age 以上のものの成長度は非常に小さいと考える。又高年のもの程雄に対する雌の割合の著しい低下，性による魚体の差異等（第3図）の問題があり，IV Age 以降のものの成長度については言及出来ない。

要　約

太平洋赤道海域において，延縄で漁獲されたキハダの体長組成に正規分布曲線をあてはめ，いくつかの体長群に分解し，その季節的移行から成長について検討した。その結果は以下の如くである。

1） 同年月の体長組成には，海域による Mode の著しいズレはみられない。しかし西経と東経の海域間ではかなりの差があるようである。

2） 各体長群には成長を示す季節的移行が認められた。

3） 発生年別の成長曲線にはズレがみられ，ある年令で成長度が大きい時はその後に小さい傾向を持ち

*8 第6図でもわかるように，第5表で示した体長範囲にはかなりの変動の巾があると考えねばならない。

この逆の場合も認められた。

4） 年令と成長については，かなりの変動の巾を見込まねばならないが，第5表に示す結果を得た。

引　用　文　献

1） 木村喜之助：日水会誌，Vol. 1, No. 1,（1932）

2） 相川広秋，加藤益夫：日水会誌，Vol. 7, No. 2,（1938）

3） SCHAEFER, M.B.：Fish. Bull., Vol. 51, No. 44,（1948）

4） MOORE, H.L.：Fish. Bull., Vol. 52, No. 65,（1951）

5） 藪田洋一，行縄茂理：南海区水研報告，No. 5,（1957）

6） 能勢幸雄，川津浩嗣，桧山義夫：水産学集成，P. 701～716（1957）

7） SCHAEFER, M.B.：Inter-American Tropical Tuna Commission, Annual Report,（1958）

8） 須田明：日水会誌，Vol. 21, No.5,（1955）

9） IVERSEN, E. S.：Special Scientific Report Fisheries, No. 174,（1956）

10） 木川昭二：南海区水研報告，No.11,（1959）

太平洋におけるキハダ水揚物の体長と体重の関係*

上 村 忠 夫・本 間 操

（南海区水産研究所）

The Relationships between Length and Weight of the Landings of Yellowfin from the Pacific Ocean

Tadao KAMIMURA • Misao HONMA

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

1) The study was carried out with the view to establish the conversion formula between length and weight for the landings of yellowfin from the Pacific Ocean.

2) The data of about ten thousand fishes which were collected at Tokyo, Yaizu, Misaki, Kagoshima and Katsuura fish market have been used in the present report.

3) Befor the determination of the length-weight relationship, various differences and changes of coefficient of fatness in the different areas, seasonal changes and changes owing to body length were examined. As its result, equation (1) was found between length (L) and coefficient of fatness (F), as the average relationship for the landings from the all areas and seasons. Equation (2) was estimated from equation (1) consequently, and it shows the conversion formula between length and weight for the all landings.

$$F = 6.640\ L^{0.1878} \quad \cdots\cdots(1)$$

$$W = 0.006640\ L^{3.1878} \quad \cdots\cdots(2)$$

However, units of L and W (representing weight of fish removed the viscera and branchia) of equation (1), (2) are in centimeter and gram.

ま え が き

マグロ資源研究における調査計画の一環として，1948年12月以降東京，焼津，三崎等の主要水揚港を中心として，漁獲物調査が継続して行われている。1956年10月までは，魚体はすべて体長で測られてきたが，それ以降は測定作業の能率化と軽減を目的として，現場の実情に応じて，体長と体重の両方を併用する方法に改められた。即ち魚市場においては，競売に付す前に予め荷受機関の手で目方を秤って公示する仕組になっているが，その場合大型のものでは１尾ずつ，小型のものでは２尾もしくは数尾ずつまとめて行われるのが普通である。キハダの場合についていえば，20kg 前後を境として区別されることが多く，個体数からいうと，１尾ずつの尾数が２尾以上のそれをはるかに上廻る実情にある。したがって，大型の１尾ずつ目方が秤

* 南海区水産研究所業績 第 144 号

られているものについては，単にその記録を写し取ることにより，作業能率を大巾に向上させることができるわけである。しかしながら，このような方法を採用すると，必然的に集計の段階で体長か，体重の何れかの組成に統一するための作業が必要となり，そのためには適切な体長—体重関係の確立が必要となる。この研究は，主としてこのような要求にもとづいて，太平洋におけるキハダ水揚物の体長—体重の換算式の推定を目的として計画されたものである。

本研究にあたり，資料の整理及び計算を手伝っていただいた岡本よし子嬢並びに御助言と御協力をいただいた中村所長，矢部遠洋資源部長及び遠洋資源部各位に対し，ここに謝意を表する。

I 方 法 及 び 資 料

体長—体重関係は，同一種内においても，一般に海域や季節等の間で異ることが知られている。このことは，水揚物の体長—体重関係を取扱う場合に，第一義的に取上げなければならぬ問題である。つまり，体長と体重に関する適切な換算式を確立するためには，予め海域間の差や季節変化等についての実態を把握しなければならない。そこで，ここでは最初に内部における上述の如き不均一性の究明を目的として，海域や時期を適当に区切って，相互間の差異や変化を比較検討し，次にそれらの結果から，実情に則した換算式の推定を行うこととした。

体長—体重関係の比較は，一般には次の二つの方法

$$W = KL^{\alpha} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$F = W/L^{3} \times 1000 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (2)^{*}$$

（但しL：体長（cm），W：体重（g），F：肥満度）

によって取扱われる。(1)は Allometry 式による方法であり，(2)は肥満度（F）を用いる方法である。ここでは計算労力の点を考慮して，前述の如き比較検討は，すべて肥満度にもとづいて行うこととした。肥満度による方法に関しては，既に落合（1952）[2]伊藤（1953）[3]の両氏が指摘しているように，Allometry 式における指数項（Allometry 係数）が3に一致する場合を除いて，魚体の大きさの違いによる影響を考慮しなければならないという問題がある。したがって，ここでは後述のように，体長範囲を幾つかに区切って，それぞれ体長別に比較を行った。そして最終的な体長—体重の換算式は，体長と肥満度の間に，

$$F = 1000KL^{\alpha-3} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

の関係式の成立が想定されるので**，(3)式の結果から(1)の Allometry 式における parameter を推定することとした。

つまり，最初に肥満度による分析結果から，それぞれの体長級に対する適切な肥満度の値を推定し，次にそれ等の値に実際に(3)式を当てはめ，その結果から体長と体重の換算式を求めるという考えである。

以上のような考えのもとに，まず体長の区分を目的として幾つかの事例について，実際に Allometry 式を当てはめ，指数項の3からのへだたり具合を調べてみた。即ち，資料が比較的多く得られている6例の航海（標本数51〜80尾）を選び出して計算を行ったところ，その範囲は 2.526〜3.440 であった（検定の結果では，有意差を示したもの 4例，示さなかったもの 2例）。これ等の値は何れも3に近く，これから判断すると，体長の区分は可成り大巾に行っても差支えないものと考えられた。そこで，ここでは区切りのよい 10cm 間隔をえらび，さらに体長範囲としては，資料の比較的充実している 101〜150cm の範囲をとって，それぞれ 10cm 刻みの5階級に区切ることとした。

---

* 木村（1937）[1]の定義による。

** 体長と体重が Allometry の規則，つまり(1)式にしたがう場合には，(1)，(2)式から(3)式がみちびかれる。

海区の分割に関しては，魚群の分布や資料の蒐集状況を参考にして，全体を5ケの海区に分け，海区Ⅲについては，この海域が漁場の中心部に当っていることと，資料がもっとも豊富に得られている点を考慮してさらに4ケの小海区に細分した（第1図）。

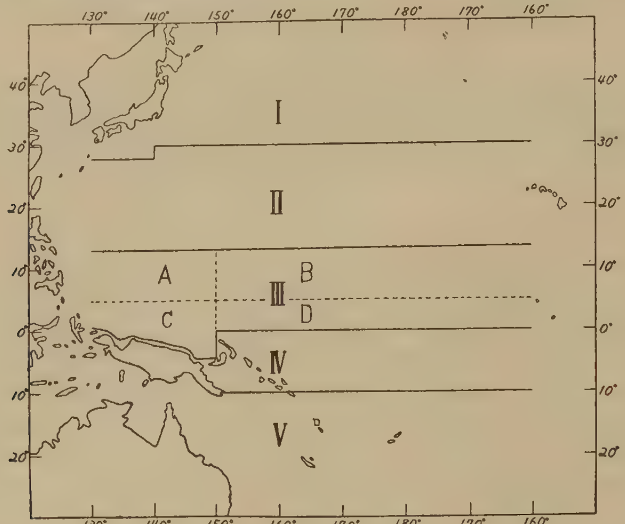


Fig. 1 Division of sea area

また，季節に関しては，年間を2ケ月刻みの6期に分けることとした。資料はすべて延縄漁船の水揚物について測定されたもので，東京，焼津，三崎*，勝浦（和歌山県），鹿児島の各魚市場において，主として1950年4月から1955年3月の間**に蒐集されたものを原資料として使用した。測定値のうち，体長（尾叉長 Fork length）は現場の調査員によって cm の目盛で読みとられたものであり，体重は荷受機関の手で秤られた値（0.1貫の目盛）を写し取ったものである。なお漁船においては，極く小型のものを除いて，漁獲直後に内臓及び鰓を除去するしきたりになっており，原資料における体重もすべて内臓及び鰓を除かれたものの値である。

原資料の蒐集方法に関しては，特別の規準を設けないで，本来の業務である魚体組成の調査の妨げにならない範囲内で行われた。

しかし，大勢としては水揚量の少い海域の測定率を増すような努力が払われている。また，魚体の抽出にあたっては鮮度にかかわりなく行われるよう配慮された。このような配慮は，後述の生物学的な要因にもとづく海区差，季節変化等の検出には不適当であるが，水揚物の体長一体重換算式の推定という本来の目的からは当然のことといえよう。

原資料は，さらに下記の要領にしたがって整理され，再抽出された。即ち，前述の区分にしたがって，それぞれ年別に海区別，季節別，体長別の資料リストを作製し，ある年の1海区，1季節，1体長級における個体数の最大を50尾におさえ，50尾に達しない場合には全数を，50尾を越える場合には系統抽出法により50尾を抽出し，供資料とした（第1表参照）***。

肥満度の計算に際して，明らかに測定もしくは記録の誤りと思われるものが往々にして認められた。これ等の中で最も多いのは，体長を10cm読み違えたと思われるもので，その場合には平均のレベルから3～4

---

* 三崎市場における資料は，神奈川県水産試験場によって蒐集されたものである。

** 海区Iについては，1949年10月～1950年3月の資料も使用されている。

*** 資料の合計尾数は 24，307；供資料の合計尾数は 10,552

Table 1 A table on the data of coefficient of fatness

Note : 1/ F…coefficient of fatness

N…number of fish

2/ The values represent means of pooled data.

Area I (refer to Fig.1)

Length class(cm)		101~110	111~120	121~130	131~140	141~150
Season	Year	F (N) 1/	F (N)	F (N)	F (N)	F (N)
Apr.–May	1949					
	1950		18.70 (1)			
	1951					
	1952				17.20 (1)	16.10 (1)
	1953					
	1954	14.60 (1)	15.80 (1)	16.70 (3)	16.78 (19)	16.91 (14)
	Mean 2/	14.60 (1)	17.25 (2)	16.70 (3)	16.80 (20)	16.85 (15)
Jun.–Jul.	1949					
	1950		16.80 (1)		17.13 (3)	
	1951					
	1952					
	1953					
	1954	14.60 (1)		16.05 (2)	16.29 (7)	16.63 (4)
	Mean	14.60 (1)	16.80 (1)	16.05 (2)	16.54 (10)	16.63 (4)
Aug.–Sep.	1949					
	1950					
	1951				16.75 (2)	17.40 (1)
	1952					
	1953					
	1954					
	Mean				16.75 (2)	17.40 (1)
Oct.–Nov.	1949		17.10 (1)	17.21 (10)	17.72 (38)	17.75 (26)
	1950	18.60 (1)	17.48 (28)	17.19 (16)	17.81 (31)	18.05 (36)
	1951			16.80 (2)	18.00 (3)	
	1952					
	1953		17.71 (8)	16.99 (7)	18.85 (2)	19.30 (2)
	1954	16.20 (1)	15.93 (3)	16.97 (6)	17.60 (1)	17.45 (4)
	Mean	17.40 (2)	17.40 (40)	17.11 (41)	17.80 (75)	17.94 (68)
Dec.–Jan.	'49~'50	16.50 (2)	17.93 (6)	17.35 (4)	17.90 (3)	17.81 (7)
	'50~'51	16.16 (5)	17.05 (11)	16.26 (10)	17.25 (11)	17.44 (7)
	'51~'52	17.37 (3)	16.62 (20)	17.01 (37)	17.69 (11)	17.97 (11)
	'52~'53	15.73 (19)	16.13 (47)	16.37 (43)	16.74 (11)	17.04 (8)
	'53~'54	16.56 (5)	16.73 (8)	17.09 (29)	17.43 (9)	17.92 (17)
	'54~'55	17.30 (1)	17.58 (4)	17.63 (7)	17.21 (11)	17.74 (5)
	Mean	16.14 (35)	16.56 (96)	16.80 (130)	17.29 (56)	17.71 (55)
Feb.–Mar.	1950	16.18 (6)	16.34 (25)	16.69 (8)	15.40 (3)	17.76 (5)
	1951	16.12 (9)	16.40 (50)	16.85 (50)	17.00 (14)	17.53 (22)
	1952			16.10 (1)		
	1953	15.80 (22)	16.52 (50)	16.71 (50)	16.79 (20)	16.76 (16)
	1954	16.23 (19)	16.54 (48)	16.58 (50)	16.13 (50)	16.84 (50)
	1955	15.83 (9)	16.07 (6)	16.16 (7)	16.80 (4)	17.90 (8)
	Mean	16.01 (65)	16.45 (179)	16.69 (166)	16.41 (91)	17.10 (101)

Area II

Length class(cm)		101~110	111~120	121~130	131~140	141~150
Season	Year	F (N)	F (N)	F (N)	F (N)	F (N)
Apr.~May	1950	16.69 (10)	16.43 (3)	17.01 (8)	16.55 (4)	17.10 (1)
	1951	15.97 (30)	16.03 (31)	16.86 (40)	16.86 (22)	18.80 (1)
	1952	16.24 (43)	16.41 (50)	17.15 (35)	17.16 (43)	16.07 (7)
	1953	15.70 (1)	16.35 (2)	16.41 (18)	16.14 (23)	16.01 (7)
	1954	19.00 (1)	15.92 (12)	16.55 (49)	16.49 (50)	16.72 (21)
	Mean	16.23 (85)	16.23 (98)	16.78 (150)	16.69 (142)	16.53 (37)
Jun.~Jul.	1950	15.43 (12)	16.87 (7)	71.10 (1)	15.70 (1)	
	1951					
	1952					
	1953	15.75 (50)	16.29 (50)	16.89 (50)	16.95 (50)	16.47 (6)
	1954	15.83 (3)	16.11 (18)	16.34 (15)	16.55 (19)	17.30 (1)
	Mean	15.70 (65)	16.30 (75)	16.77 (66)	16.83 (70)	16.59 (7)
Aug.~Sep.	1950					
	1951					
	1952					
	1953					
	1954	15.47 (3)	16.42 (14)	16.29 (22)	16.67 (9)	17.07 (3)
	Mean	15.47 (3)	16.42 (14)	16.29 (22)	16.67 (9)	17.07 (3)
Oct.~Nov.	1950		17.56 (5)	16.69 (22)	17.78 (10)	17.20 (4)
	1951					
	1952					
	1953		17.80 (1)			18.30 (1)
	1954	15.90 (1)	15.55 (16)	16.31 (50)	16.49 (39)	16.83 (8)
	Mean	15.90 (1)	16.11 (22)	16.43 (72)	16.76 (49)	17.05 (13)
Dec.~Jan.	'50~'51	15.42 (19)	16.59 (50)	16.48 (50)	16.71 (50)	16.87 (50)
	'51~'52					
	'52~'53					
	'53~'54		17.10 (1)	16.30 (1)		
	'54~'55	15.20 (2)	15.63 (12)	16.32 (50)	16.92 (50)	17.03 (29)
	Mean	15.40 (21)	16.42 (63)	16.40 (101)	16.81 (100)	16.93 (79)
Feb.~Mar.	1951	16.52 (50)	16.84 (7)	16.51 (7)	16.43 (11)	
	1952					
	1953					
	1954				16.10 (1)	15.70 (1)
	1955					
	Mean	16.52 (50)	16.84 (7)	16.51 (7)	16.40 (12)	15.70 (1)

Area Ⅲ－A

Length class(cm)		101～110		111～120		121～130		131～140		141～150	
Season	Year	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)
Apr.～May	1950										
	1951	16.47	(14)	16.72	(50)	16.96	(50)	16.75	(50)	16.33	(18)
	1952			17.20	(3)	16.84	(17)	16.61	(14)		
	1953	17.05	(4)	16.66	(50)	16.93	(50)	16.98	(39)	16.98	(4)
	1954			15.30	(2)	16.16	(7)	16.53	(6)		
	Mean	16.60	(18)	16.68	(105)	16.89	(124)	16.80	(109)	16.45	(22)
Jun.～Jul.	1950										
	1951										
	1952										
	1953										
	1954	15.77	(42)								
	Mean	15.77	(42)								
Aug.～Sep.	1950										
	1951										
	1952										
	1953										
	1954	15.65	(2)	16.70	(11)	16.95	(22)	16.52	(23)	16.97	(3)
	Mean	15.65	(2)	16.70	(11)	16.95	(22)	16.52	(23)	16.97	(3)
Oct.～Nov.	1950										
	1951	16.12	(41)	15.86	(50)	16.07	(50)	16.64	(40)	15.75	(2)
	1952										
	1953	15.50	(50)	15.98	(50)	16.14	(50)	16.46	(50)	18.00	(2)
	1954	15.37	(6)	15.61	(29)	15.61	(50)	15.81	(33)	15.75	(4)
	Mean	15.75	(97)	15.85	(129)	15.94	(150)	16.34	(123)	16.31	(8)
Dec.～Jan.	'50～'51	16.44	(8)	16.43	(50)	16.52	(50)	16.68	(50)	17.12	(5)
	'51～'52	15.74	(20)	15.70	(50)	16.22	(46)	15.74	(5)	18.70	(1)
	'52～'53			15.63	(7)	15.82	(50)	15.86	(17)	16.24	(5)
	'53～'54	15.31	(46)	15.69	(48)	15.83	(50)	16.64	(50)	16.83	(4)
	'54～'55			16.21	(17)	16.30	(50)	16.49	(26)	16.70	(2)
	Mean	15.55	(74)	15.95	(172)	16.14	(246)	16.51	(148)	16.84	(17)
Feb.～Mar.	1951										
	1952										
	1953										
	1954	15.28	(9)	15.44	(44)	15.92	(50)	16.35	(37)	17.24	(15)
	1955	14.00	(1)	15.87	(3)	15.88	(15)	15.70	(2)		
	Mean	15.15	(10)	15.47	(47)	15.91	(65)	16.32	(39)	17.24	(15)

Area Ⅲ－B

Length class(cm)		101～110		111～120		121～130		131～140		141～150	
Season	Year	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)
Apr.～May	1950	15.40	(2)	16.50	(2)	16.97	(50)	16.91	(50)	16.85	(22)
	1951	14.94	(8)	15.81	(20)	17.09	(35)	17.08	(50)	17.09	(23)
	1952										
	1953										
	1954										
	Mean	15.03	(10)	15.87	(22)	17.02	(85)	16.99	(100)	16.97	(45)
Jun.～Jul.	1950	14.90	(3)	15.58	(10)	17.33	(18)	16.90	(50)	17.08	(14)
	1951			16.86	(5)	17.40	(23)	17.29	(29)	16.70	(8)
	1952					16.83	(9)	16.22	(10)	16.63	(10)
	1953	15.50	(2)	16.58	(13)	16.61	(50)	17.01	(42)	17.55	(4)
	1954										
	Mean	15.14	(5)	16.28	(28)	16.94	(100)	16.97	(131)	16.92	(36)
Aug.～Sep.	1950										
	1951			16.00	(10)	16.73	(16)	16.64	(32)	17.18	(6)
	1952										
	1953										
	1954			16.78	(6)	16.93	(15)	17.18	(24)	16.92	(42)
	Mean			16.29	(16)	16.83	(31)	16.87	(56)	16.95	(48)
Oct.～Nov.	1950	15.57	(3)	16.11	(8)	16.76	(34)	16.81	(50)	16.62	(38)
	1951	15.40	(3)	15.85	(11)	16.04	(35)	16.21	(50)	16.14	(47)
	1952										
	1953	14.07	(3)	15.82	(13)	16.57	(23)	16.39	(13)		
	1954	16.65	(2)	17.50	(3)	16.97	(3)	16.73	(18)	17.13	(29)
	Mean	15.31	(11)	16.04	(35)	16.45	(95)	16.53	(131)	16.55	(114)
Dec.～Jan.	'50～'51	16.14	(7)	15.96	(48)	16.65	(50)	16.62	(50)	17.03	(50)
	'51～'52	17.50	(1)	16.77	(14)	16.70	(24)	17.06	(18)	17.15	(11)
	'52～'53			15.35	(15)	16.25	(50)	16.14	(32)	15.65	(6)
	'53～'54	15.38	(5)	16.10	(50)	16,62	(50)	16.78	(39)	16.92	(6)
	'54～'55	15.86	(5)	16.00	(13)	16.22	(50)	16.77	(50)	16.79	(24)
	Mean	15.93	(18)	16.03	(140)	16.46	(224)	16.65	(189)	16.89	(97)
Feb.～Mar.	1951										
	1952							17.70	(2)		
	1953										
	1954	15.32	(17)	16.01	(28)	16.17	(50)	16.68	(50)	16.68	(30)
	1955	16.77	(10)	16.66	(18)	17.12	(50)	17.19	(42)	16.97	(6)
	Mean	15.86	(27)	16.27	(46)	16.64	(100)	16.93	(94)	16.73	(36)

Area Ⅲ－C

Length class(cm)		101～110		111～120		121～130		131～140		141～150	
Season	Year	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)
Apr.～May	1950	17.50	(2)	16.62	(12)	16.54	(16)	15.58	(4)		
	1951	15.92	(12)	16.29	(50)	16.48	(50)	16.56	(50)		
	1952			16.25	(4)	17.15	(16)	17.08	(8)		
	1953										
	1954										
	Mean	16.14	(14)	16.34	(66)	16.62	(82)	16.56	(62)		
Jun.～Jul.	1950										
	1951										
	1952										
	1953			17.85	(2)	17.21	(14)	16.10	(1)	18.35	(2)
	1954										
	Mean			17.85	(2)	17.21	(14)	16.10	(1)	18.35	(2)
Aug.～Sep.	1950										
	1951	15.93	(21)								
	1952										
	1953										
	1954	18.40	(1)	16.40	(49)	17.05	(38)	16.58	(12)	17.80	(1)
	Mean	16.04	(22)	16.40	(49)	17.05	(38)	16.58	(12)	17.80	(1)
Oct.～Nov.	1950	16.40	(44)	16.51	(50)	16.76	(50)	16.81	(50)	17.40	(1)
	1951										
	1952										
	1953	15.32	(50)	15.17	(29)	16.36	(12)	15.75	(2)	17.50	(1)
	1954										
	Mean	15.83	(94)	16.02	(79)	16.68	(62)	16.77	(52)	17.45	(2)
Dec.～Jan.	'50～'51	16.12	(50)	16.09	(50)	16.42	(50)	16.63	(50)	17.06	(8)
	'51～'52	15.47	(14)	15.52	(50)	15.67	(23)	15.45	(8)		
	'52～'53	15.62	(33)	15.67	(50)	16.30	(50)	16.44	(50)	15.65	(16)
	'53～'54	15.87	(3)	16.14	(14)	16.58	(44)	17.03	(38)	16.92	(5)
	'54～'55	15.40	(1)	15.92	(13)	16.51	(31)	16.78	(36)		
	Mean	15.85	(101)	15.80	(177)	16.35	(198)	16.64	(182)	16.26	(29)
Feb.～Mar.	1951	15.77	(50)	15.99	(50)	16.08	(50)	16.46	(50)	16.51	(9)
	1952	16.33	(4)	16.19	(50)	16.18	(50)	15.99	(36)	16.33	(3)
	1953										
	1954										
	1955										
	Mean	15.81	(54)	16.09	(100)	16.13	(100)	16.27	(86)	16.47	(12)

Area Ⅲ−D

Length class(cm)		101～110		111～120		121～130		131～140		141～150	
Season	Year	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)
Apr.−May	1950										
	1951	17.35	(2)	16.11	(43)	16.63	(50)	16.70	(50)	15.87	(9)
	1952					15.98	(5)	16.55	(33)	16.49	(38)
	1953	15.60	(7)	16.13	(22)	16.75	(50)	17.12	(50)	16.77	(50)
	1954										
	Mean	15.99	(9)	16.11	(65)	16.66	(105)	16.82	(133)	16.58	(97)
Jun.−Jul.	1950										
	1951										
	1952										
	1953	15.36	(8)	16.25	(17)	17.11	(50)	16.93	(50)	16.74	(50)
	1954					17.50	(50)	17.58	(50)	17.49	(50)
	Mean	15.36	(8)	16.25	(17)	17.30	(100)	17.26	(100)	17.12	(100)
Aug.−Sep.	1950										
	1951										
	1952										
	1953										
	1954										
	Mean										
Oct.−Nov.	1950	16.69	(8)	16.44	(41)	16.57	(50)	16.43	(50)	16.06	(48)
	1951			15.85	(2)	16.40	(23)	16.38	(16)	15.43	(3)
	1952										
	1953										
	1954										
	Mean	16.69	(8)	16.42	(43)	16.52	(73)	16.42	(66)	16.03	(51)
Dec.−Jan.	'50～'51	15.49	(10)	15.90	(18)	16.78	(50)	16.57	(50)	16.78	(50)
	'51～'52										
	'52～'53										
	'53～'54										
	'54～'55			15.80	(2)	16.30	(35)	17.61	(11)		
	Mean	15.49	(10)	15.89	(20)	16.58	(85)	17.76	(61)	16.78	(50)
Feb.−Mar.	1951										
	1952										
	1953										
	1954										
	1955										
	Mean										

Area IV

Length class(cm)		101~110		111~120		121~130		131~140		141~150	
Season	Year	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)
Apr.—May	1953 1954										
	Mean										
Jun.—Jul.	1953 1954	14.87	(25)	15.25	(22)	15.19	(50)	15.96	(50)	16.21	(18)
	Mean	14.87	(25)	15.25	(22)	15.19	(50)	15.96	(50)	16.21	(18)
Aug. Sep.	1953 1954			16.99	(12)	16.98	(46)	17.11	(17)	17.90	(2)
	Mean			16.99	(12)	16.98	(46)	17.11	(17)	17.90	(2)
Oct.—Nov.	1953 1954										
	Mean										
Dec.—Jan.	'53~'54 '54~'55	15.93 14.90	(4) (5)	15.87 15.49	(50) (11)	16.40 16.28	(50) (18)	16.36 16.77	(50) (23)	16.50 17.03	(39) (3)
	Mean	15.36	(9)	15.80	(61)	16.37	(68)	16.48	(73)	16.54	(42)
Feb.—Mar.	1954 1955										
	Mean										

Area V

Length class(cm)		101~110		111~120		121~130		131~140		141~150	
Season	Year	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)
Apr.—May	1953 1954										
	Mean										
Jun.—Jul.	1953 1954	16.80	(1)	16.36	(34)	17.02	(50)	17.47	(50)	17.35	(50)
	Mean	16.80	(1)	16.36	(34)	17.02	(50)	17.47	(50)	17.35	(50)
Aug.—Sep.	1953 1954										
	Mean										
Oct.—Nov.	1953 1954	15.79	(9)	15.58	(30)	16.53	(17)	17.01	(50)	17.08	(50)
	Mean	15.79	(9)	15.58	(30)	16.53	(17)	17.01	(50)	17.08	(50)

Dec.－Jan.	'53－'54	15.90 (4)	15.35 (11)	16.32 (50)	16.39 (50)	16.36 (50)
	'54－'55	14.90 (5)	15.49 (11)	16.28 (18)	16.77 (23)	17.03 (3)
	Mean	15.34 (9)	15.42 (22)	16.31 (68)	16.51 (73)	16.40 (53)
Feb.－Mar.	1954					
	1955					
	Mean					

程度飛び離れた値を示すことから容易に判別することができた。したがって，このような標本については発見の都度除外して計算を行った。

本研究においては，1955年3月以前の資料を使用した関係上（1655年4月以降においては，体長ー体重関係の調査は殆ど実施されていない），それ以降に開発された海域に関してはふれられていない。したがってここで取扱う海域は，現在の漁場の拡がりからみると全体として西方に偏っており，この点は今後の研究によって補足を要するところである。

II 肥満度の比較

第1表は年，季節別の肥満度の平均値及び資料数を海区別，体長別に整理して示したものである。第2図は，これ等の結果を図示したもので，図の各点はそれぞれ年別の値をあらわしている。資料の数が個々の場合で著しく異るので，図に示したように，3階級に分けて示した（10尾以下は消略）。

折線は，それらの平均値を結んだもので，この値は，後述のように資料数の多少に起因する誤差を考慮して，それぞれ全体をこみにして求められている（10尾以下のものも含まれている）。

第2図の作成に先立って，予め肥満度の年変化の有無が検討された。資料が断片的なため，立入っては吟味できなかったが，その結果では，年による差異を積極的に示唆するような徴候は認められていない。したがって第2図における個々の年の値は，おおまかにはそれぞれ独立に sampling された1回の標本値に見立てることが可能であり，そのばらつきは平均値の信頼性を評価するための目安として役立たせることができよう。図にみられるように，標本間のばらつきは極めて大きく，とくに資料数の少ない場合に著しい傾向がある。それ以外の原因として，生物学的な要因も考えられるが，鮮度の差* や，秤量時の器差，個人差等二次的な要因による影響も考慮する必要がある。中でも，鮮度の差が可成り大きく影響するものと思われるが具体的には明らかでない。

以上のように，標本間のばらつきが極めて大きいにもかかわらず，折線を規準にして比較すると，季節，海区，体長間等に，およそ次のような変化もしくは差異を指摘することができよう。

(1) 季節変化

海区I： 4〜9月における資料を殆ど欠いているので，周年を通じての変化は不明であるが，10月から3月にかけての折線には，各体長級を通じて明瞭な低下が認められる。

海区II：各体長級における折線の起伏には共通した変化は認められない。また，起伏の巾も他海区に比べて小さい。これらの事実は，この海区では季節変化が存在しないか，例えあるにしても，極めて弱いことをものがたっている。

海区III：この海区は，4ケの小海区に分けられているが，小海区間及び体長間の折線の起伏には，可成り共通した傾向が認められる。個々の場合についてみると，異質的な変化を示すものも見受けられるが，全般

* 船によって，保臓能力に可成りの差が認められるようである。

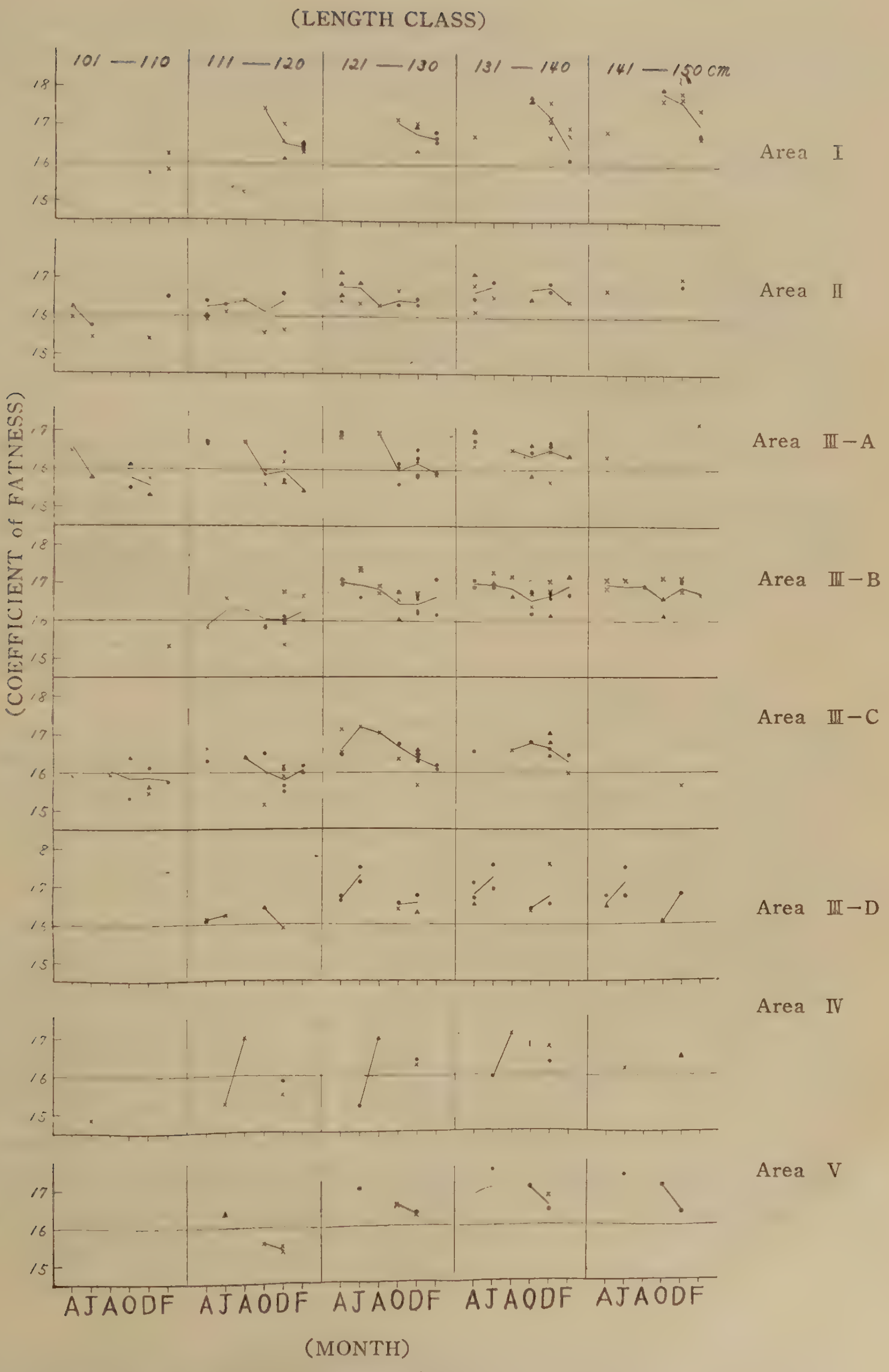


Fig. 2 Changes of coefficient of fatness (F)
Each dot represents coefficient of fatness by year (refer to table 1)
×·········11−30 fish, ▲·········31−49 fish, ●·········50 fish

を通じてみると，6～7月もしくは8～9月を中心として最も高く，10～11月からそれ以降にかけて低下しているものが多い。このような季節変化は，第2表及び第3図に可成り明瞭に示されている*。

海区 Ⅳ 及び Ⅴ：何れも資料が少く，且つ断片的にしか得られていないため立入っては言及できない。

(2) 海 区 間 の 差

大まかにいって，海区ⅡとⅢの平均的なレベルには，差は認められない。季節変化を考慮すると，変化の少い海区Ⅱの折線は，変化の大きい海区Ⅲの折線の上限と下限の範囲内に入るような状態になっている。海区Ⅳ及びⅤについては，資料が少いため，決定的には言及できないが，海区Ⅱ及びⅢのレベルと大きな差はないと考えて差支えなさそうである。海区Ⅰについては，資料が季節的に限られているため，周年を通じての比較はできないが，10～11月及び12～1月の値は，他海区のレベルに比べると若干高い。とくに，10～11月の値は，他海区の最高値を可成り上廻っている。

(3) 体 長 に よ る 比 較

すべての海区を通じて，小型のもの程値が小さく，大型のもの程大きい傾向が認められる。しかし，変化の様相は直線的ではなくて，小型の stage 程増加率が大きく，成長につれて鈍化する傾向がうかがわれる（第2表及び第3図参照）。体長と肥満度との関係は，体長－体重関係の推定に関連して再び言及する。

Table 2 Seasonal changes of coefficient of fatness in the Area Ⅲ and averages throughout year

Note : The values of N and F represent respectively pooled numbers of fish and means of pooled data of coefficient of fatness for the subareas A, B, C, D belonging to the Area Ⅲ.

Length class (cm) / Season	101～110		111～120		121～130		131～140		141～150	
	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)	F	(N)
Apr. ～ May	16.06	(51)	16.38	(258)	16.80	(396)	16.82	(404)	16.67	(164)
Jun. ～ Jul.	15.65	(55)	16.33	(47)	17.13	(214)	17.09	(232)	17.08	(138)
Aug. ～ Sep.	16.01	(24)	16.42	(76)	16.95	(91)	16.74	(91)	16.97	(52)
Oct. ～ Nov.	15.80	(210)	16.00	(286)	16.30	(380)	16.48	(372)	16.40	(175)
Dec. ～ Jan.	15.73	(203)	15.92	(509)	16.34	(753)	16.62	(580)	16.76	(193)
Feb. ～ Mar.	15.75	(91)	15.98	(193)	16.27	(265)	16.56	(219)	16.80	(63)
Mean(year)	15.833		16.172		16.632		16.718		16.780	

* 木川[(4)]によれば，海区Ⅲに当る海域におけるキハダの主産卵期は，凡そ7～11月であろうとしている。この時期は肥満度の低下期に対応しており，したがって，海区Ⅲにおける肥満度の季節変化は，産卵と密接に関連しているものと推定される。

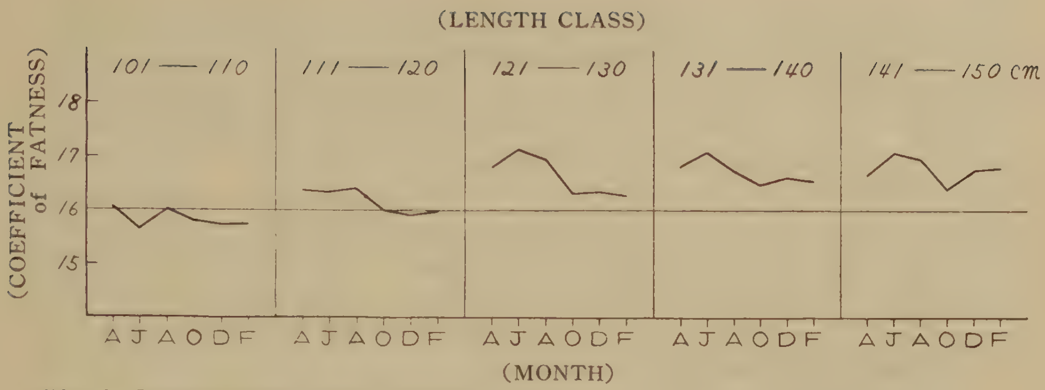


Fig. 3 Seasonal changes of coefficient of fatness in the Area Ⅲ (refer to table 2)

Ⅲ 体長－体重換算式の推定

ここで体長－体重の換算式を求める立場から，肥満度の諸変化について前節で指摘した関連事項を要約すると，

(1) 全体として標本間のばらつきが大きい。

(2) しかし，季節変化の存在は否定し得ない事実である。

(3) 海区間の差は極く一部を除いて大して問題にならない。

(4) 肥満度と体長との間に曲線的な関係が想定される。

等である。

(1)からは，換算方式の確立に当って，資料の点からも，またその結果を利用する立場からも，余り立入った関係を問題にしても意味がないこと，また(2)からは，体長－体重関係の推定に当って，季節的な要因を無視できないこと，また(3)からは，換算式は海区別に求める必要はなく，実際問題としては，或る海区における結果を全体の換算式として代表させることが可能であること＊，等がそれぞれ考えられ，さらに(4)については，方法のところで述べたように，体長と肥満度の間に(3)式を適用することの可能性を示唆するものであろう。

以上の見地から，ここでは体長－体重の換算式として，年間を通じての平均的な関係の推定のみを取上げることとし，さらに対象海区として海区Ⅲをえらぶこととした。海区Ⅲをえらんだ理由は，既に述べたように，この海域がキハダ漁場の中心部に当っていることと，最も充実した資料が得られていること等を考慮した結果である。

海区Ⅲにおける体長別肥満度の年平均値は第２表の最下段に示される。(4)の回帰式は，方法のところで述べた要領にしたがって，これらの値に(3)式を当てはめた結果である。

$$F = 6.640L^{0.1878} \qquad \cdots\cdots(4)$$

第４図は，(4)式の適合状態を図示したもので，図から判断して，(3)式の型の適用が最も適切であるか否かは別として，不自然な適用であるとは考えられない。したがって，方法のところで述べたように，(4)式から体長－体重のAllometry 式の parameter を推定すれば，

$$W = 0.006640L^{3.1873} \qquad \cdots\cdots(5)$$

となる。

＊ さきに海区Ⅰの肥満度が他海区のそれより若干高いことを指摘したが，この海区は，キハダの分布からみると北の末端部にあたり，水揚量は極めて僅かで，重要性の小さい海区である。

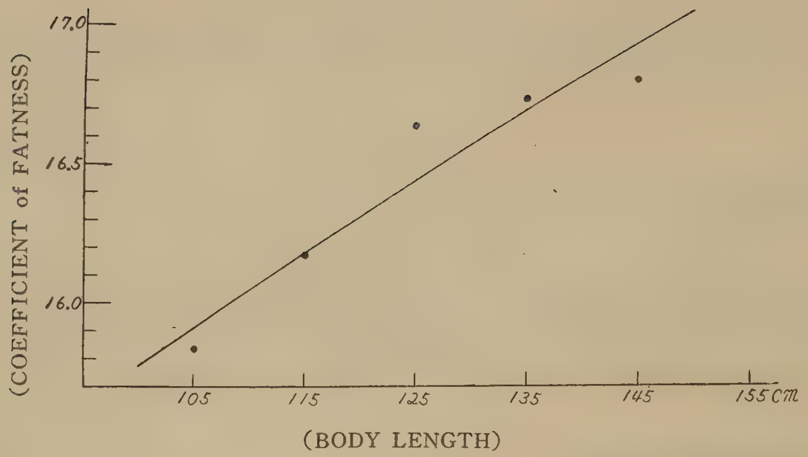


Fig. 4 Relationships between length and coefficient of fatness

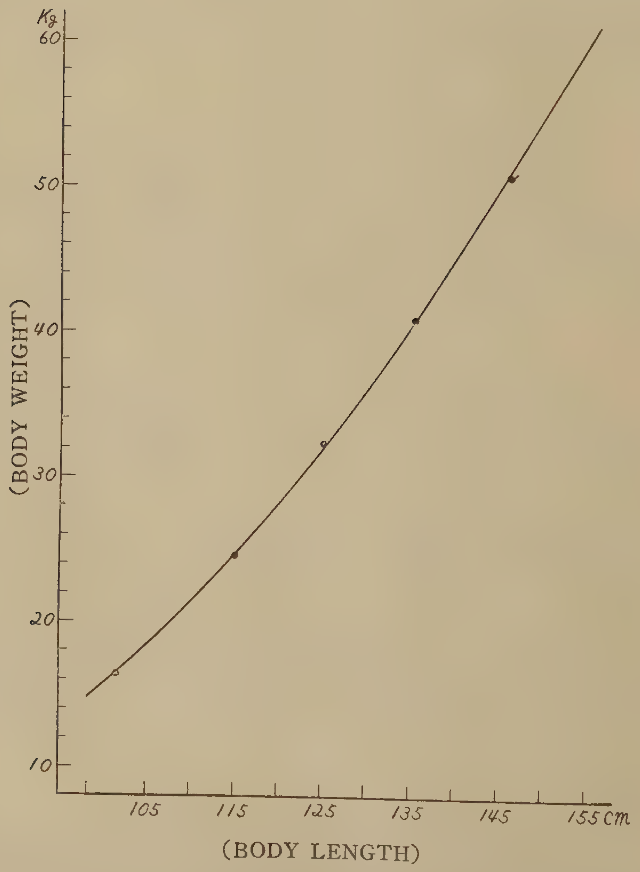


Fig. 5 Relationships between length and weight

第5図は，(5)式にもとづいて体長—体重曲線を描いたものである。図においては，別に5ケの点がプロットされているが，これらの各点はそれぞれ各体長級毎に，肥満度の年平均値（第2表）から体重を求めてプロットしたものである。点と曲線との間には極めて高い一致が認められる。

(5)式は，厳密には海区Ⅲにおける水揚物の年平均的な体長—体重関係をあらわしているが，既に指摘したことから明らかなように，大まかには水揚物全般にわたる平均的な体長—体重換算式としての条件をそなえているといえる。

第3表は，海区Ⅲにおける肥満度の季節変化の上限（6，7月）*と下限（10，11月），及びすべての海区と時期を通じて最も高い肥満度を示した海区Ⅰの10，11月の値**をそれぞれ示したものである。これらの値は，何れも(4)式の計算値を基準にして%で示されている。表にみられるように，各体長級を平均すると海区Ⅲの上限は 101.9%，下限は 98.6%で，その差は 3.3% となっている。海区Ⅰの10，11月の値は 106.1%で，(4)式のレベルを可成り上廻っている。これらの事実は，(5)式の適用や，適用結果の考察に際して，留意を要するところである。

なお参考までに，(5)式による体長—体重の換算表を附表 A（体長に対する体重）及び B（体重に対する体長）に示した。

Table 3 Upper limit (June−July) and lower limit (Oct.−Nov.) of the seasonal changes of coefficient of fatness in the Area Ⅲ and level of Oct.−Nov. in the Area Ⅰ

Note : 1/ The values are those calculated from qeuation(4).

2/ The value of Apr.−May is used for this case only.

Body length (cm)	Coefficient of Fatness			
	Average 1/	Area Ⅲ		Area Ⅰ
		Upper limit	Lower limit	Oct.−Nov.
105	(15.91) 100%	(16.06) 2/ 100.9%	(15.80) 99.4%	—
115	(16.19) 100	(16.33) 100.9	(16.00) 98.8	(17.40) 107.5%
125	(16.44) 100	(17.13) 104.2	(16.30) 99.1	(17.11) 104.1
135	(16.68) 100	(17.09) 102.5	(16.48) 98.9	(17.80) 106.7
145	(16.91) 100	(17.08) 101.0	(16.40) 97.0	(17.94) 106.1
Mean	100%	101.9	98.6	106.1

* 105cm のものについては，4〜5月の値を採用した。

** 105cm のものについては，資料数が極めて少いので（1尾）省略した。

Ⅳ　米国における水揚物の体長-体重関係との比較

太平洋水域から米国に水揚されるキハダの体長－体重関係を取扱った研究結果が，Chatwin (1959) [5] によって報告されている。それによると，

Ⅰ）海域：30°N～20°S，米国本土距岸約 1,000 浬の範囲

Ⅱ）標本数：541 尾

Ⅲ）標本の体長範囲：495～1,149mm

のものについて体長－体重関係を求め，

$$Y=(389\times10^{-8})\ X^{3.020} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

を得ている。但し，この式においては X（体長）及び Y（体重）の単位として，それぞれ mm 及び lb が採用されている。また体重は，(5)式の場合と異り，内臓及び鰓が含まれている。

第 6 図は，(5)式（上村，本間）及び(6)式（Chatwin）の体長－体重曲線を図示したものである。実線は

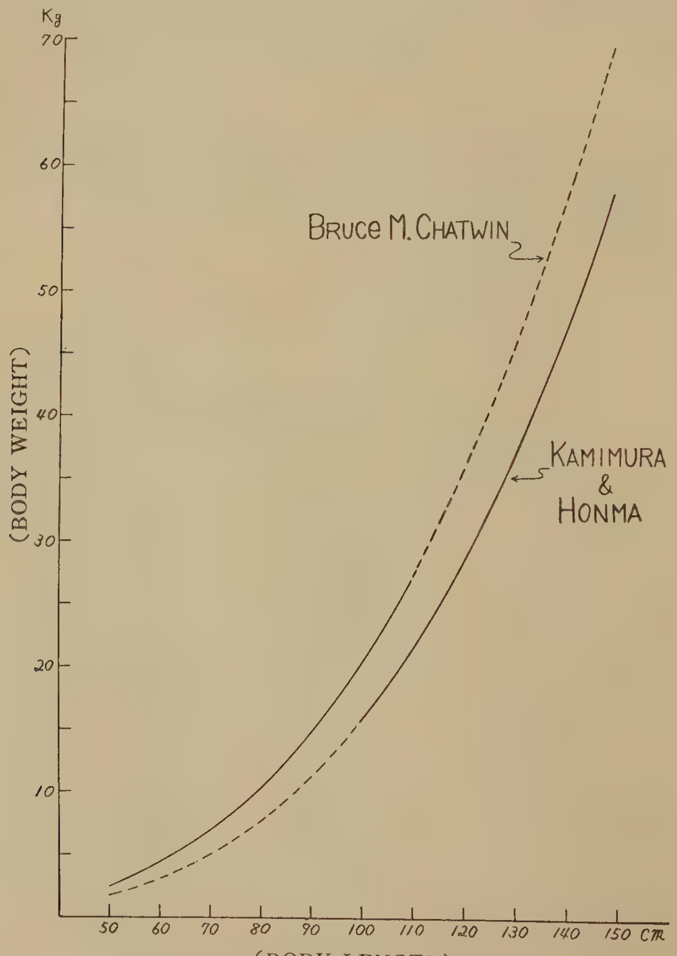


Fig. 6 Relationships between length and weight for yellowfin landed in Japan (Kamimura & Honma) and for yellowfin landed in U. S. A. (Bruce M. Chatwin)
Kamimura & Honma relationship represents length-weight relationship for fish removed viscera and branchia.

標本の体長範囲をあらわしている。

両者の体長範囲は大巾に喰い違っているが，これは日本と米国における水揚物の型の相違をものがたっており，主として両国における漁法の相違に起因していると推定される。図にみられるように，両者のレベルは著しく異なり，Chatwin の(6)式のレベルが上村，本間の(5)式のそれを可成り大巾に上廻っている。しかし，この違いは本質的なものではなくて，(5)式が内臓及び鰓を除去されたものの体長—体重関係であるのに対して(6)式では，それらのものを含んだものの関係を示しているところに，最も大きな原因があると考えられる。したがって，レベルの差を一応度外視して比較すると，成長の傾向には，両者の間で大きな差は認められない。このことは，(5)，(6) 式における Allometry 係数が極めて近似していることからも推定されることである。標本の体長範囲が著しく異るにもかかわらず，成長傾向に大きな差が認められないという事実は，両者の標本を合せた全体長範囲，つまり約 50～150cm にかけてのキハダの体長—体重関係が，ほぼ一様に変化することを示唆するものであろう。

文　献

(1) 木村喜之助（1937），日水誌6（2），PP. 69～72

(2) 落合　明（1952），同上18（4），PP. 139～146

(3) 伊藤　整（1953），同上19（8），PP. 905～911

(4) 木川昭二（1960）南水研報告No. 11 PP. 59～76

(5) Chatwin B. M. (1959) Inter-American Tropical Tuna Commission, 3 (7)

(6) 南海区水産研究所編（1959）マグロ延縄漁業平年漁況図（昭和33年版）日本鰹鮪協同組合連合会発行

Appendix table　Conversion table between length and weight

Note : 『 』 in the table shows the range of length and weight of the sample fish respectively.

A　Weight on length

Body length (cm)	Body weight (kg)	Body length (cm)	Body weight (kg)
71	5.3	126	32.9
72	5.5	127	33.8
73	5.8	128	34.6
74	6.0	129	35.5
75	6.3	130	36.4
76	6.6	131	37.3
77	6.9	132	38.2
78	7.1	133	39.1
79	7.4	134	40.1
80	7.7	135	41.0
81	8.1	136	42.0
82	8.4	137	43.0
83	8.7	138	44.0
84	9.0	139	45.0
85	9.4	140	46.1
86	9.7	141	47.1
87	10.1	142	48.2
88	10.5	143	49.3
89	10.9	144	50.4
90	11.3	145	51.5
91	11.7	146	52.7
92	12.1	147	53.8
93	12.5	148	55.0
94	12.9	149	56.2
95	13.4	150	57.4 』
96	13.8	151	58.7
97	14.3	152	59.9
98	14.8	153	61.2
99	15.3	154	62.5
100	15.8	155	63.8
『 101	16.3	156	65.1
102	16.8	157	66.4
103	17.3	158	67.8
104	17.9	159	69.1
105	18.4	160	70.5
106	19.0	161	72.0
107	19.6	162	73.4
108	20.2	163	74.8
109	20.8	164	76.3
110	21.4	165	77.8
111	22.0	166	79.3
112	22.6	167	80.9
113	23.3	168	82.4
114	23.9	169	84.0
115	24.6	170	85.6
116	25.3	171	87.2
117	26.0	172	88.8
118	26.7	173	90.5
119	27.5	174	92.2
120	28.2	175	93.9
121	29.0	176	95.6
122	29.7	177	97.3
123	30.5	178	99.1
124	31.3	179	100.9
125	32.1	180	102.7

B Length on weight

Body weight (kg)	Body length (cm)	Body weight (kg)	Body length (cm)
6	73.9	56	148.8
7	77.5	57	149.7
8	80.8	58	150.5
9	83.9	59	151.3
10	86.7	60	152.1
11	89.3	61	152.9
12	91.8	62	153.6
13	94.1	63	154.4
14	96.3	64	155.2
15	98.4	65	155.9
16	100.5	66	156.7
17	102.4	67	157.4
18	104.2	68	158.2
19	106.0	69	158.9
20	107.7	70	159.6
21	109.4	71	160.3
22	111.0	72	161.0
23	112.6	73	161.7
24	114.1	74	162.4
25	115.6	75	163.1
26	117.0	76	163.8
27	118.4	77	164.5
28	119.7	78	165.1
29	121.1	79	165.8
30	122.4	80	166.4
31	123.6	81	167.1
32	124.9	82	167.7
33	126.1	83	168.4
34	127.3	84	169.0
35	128.4	85	169.6
36	129.6	86	170.3
37	130.7	87	170.9
38	131.8	88	171.5
39	132.9	89	172.1
40	133.9	90	172.7
41	135.0	91	173.3
42	136.0	92	173.9
43	137.0	93	174.5
44	138.0	94	175.1
45	139.0	95	175.7
46	139.9	96	176.2
47	140.9	97	176.8
48	141.8	98	177.4
49	142.7	99	177.9
50	143.6	100	178.5
51	144.5	101	179.1
52	145.4	102	179.6
53	146.3	103	180.2
54	147.1	104	180.7
55	148.0	105	181.3

東支那海におけるマグロ延縄漁業の研究—Ⅳ*

シロカジキの生態

古藤 力・古川 一郎・小玉 恵一
(南海区水産研究所)

Studies on the Tuna Long Line Fishery in the East China Sea………Ⅳ

Ecological Studies on the so-called White Marlin, *Marlina marlina* (JORDAN & HILL)

By
Tsutomu KOTO, Ichiro FURUKAWA, and Keiichi KODAMA
(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

The authers investigated the ecology of the white marlin, *Marlina marlina*, taken in the East China Sea from January 1952 to April 1959. The study was based on the data obtained from commercial tuna fishing vessels landing their catches at the Kagoshima and Kushikino fish market. The results were as follow ;

1) The distribution of white marlin is generally restricted to coastal waters. The productive fishing ground for this species in the East China Sea is found around the contact zone between the Kuroshio and Tsushima Currents and the Yellow Sea water mass. Compared to the fishing grounds for other marlins, the white marlin ground is found closer inshore.

2) The fish taken in the East China Sea range in size from 105 to 330 cm. (eye-fork length) with the dominant size group between 140 and 210cm. . The "coefficient of fatness" ranges from 6.00 to 19.00 with the peak between 11.00 and 13.00.

3) The white marlin in the East China Sea are thought to comprise the "feeding group". They migrate northward until September, and begin a southward migration in October. They gradually congregate in the southern most part (Division D) of the East China Sea.

4) A marked change in size composition occurs each year in May and June. Older fish move out of the grounds and are replaced by younger fish. These movements occur in waters south of the East China Sea.

5) Recruitment of fish into the grounds is generally observed in April-May (large fish) and June (small fish). There is slight indication appearing in March (large fish)

* 南海区水産研究所業績 第146号

and May (small fish). Leaving occurs from February but in the case of fish larger than 200cm. it begins from December, for reason of spawning.

6) A noticeable change in white marlin fishing condition is observed annually in the East China Sea. In recent years there has been a decrease in catch of especially the larger-sized fish. The biennial variation in size composition, noted periodically, has not been evident since 1957.

緒　　言

日本近海におけるシロカジキの調査研究には殆んど手がつけられていないと云ってよい。シロカジキは夏季日本列島太平洋側に来遊するが，その密度は極めて薄く漁況や生態をはっきりつかむことはむずかしい。これに比べると東支那海では漁獲量も多く生態的特徴もつかみ易い。

著者等は東支那海における本種の生態，特に魚群の

a)　季節変化

b)　南に続く海域との関係

の研究に従事していたが，若干の知見が得られたのでここに報告する。

資　　料

漁況に関する資料は鹿児島・串木野両港で漁船の航海日誌からの転記及び聞き取りによったものであり，串木野港では旧鹿児島県北薩水産指導所が，鹿児島港では南水研油津支所が調査に当った。魚体測定は鹿児島入港船の全てについて行い，体長（所謂 eye-fork length）・体重を測った。研究対象とした水域は 122～132°E，21～35°N，の範囲である。資料は経・緯度各 1° 区画毎に月別に集計整理した。この報告に用いた漁況及び魚体測定資料は '52年１月以降 '59年４月迄，肥満度のそれは '52年１月以降 '55年12月の間に得られたものである。

本文に入るに先だち本研究に当って諸々の御教示，御助言を下さった中村所長，矢部部長を始め遠洋資源部員並に研究資料の蒐集に御協力下さった旧鹿児島県北薩水産指導所上野所長外所員各位に謝意を表する。

I　分 布 の 概 観

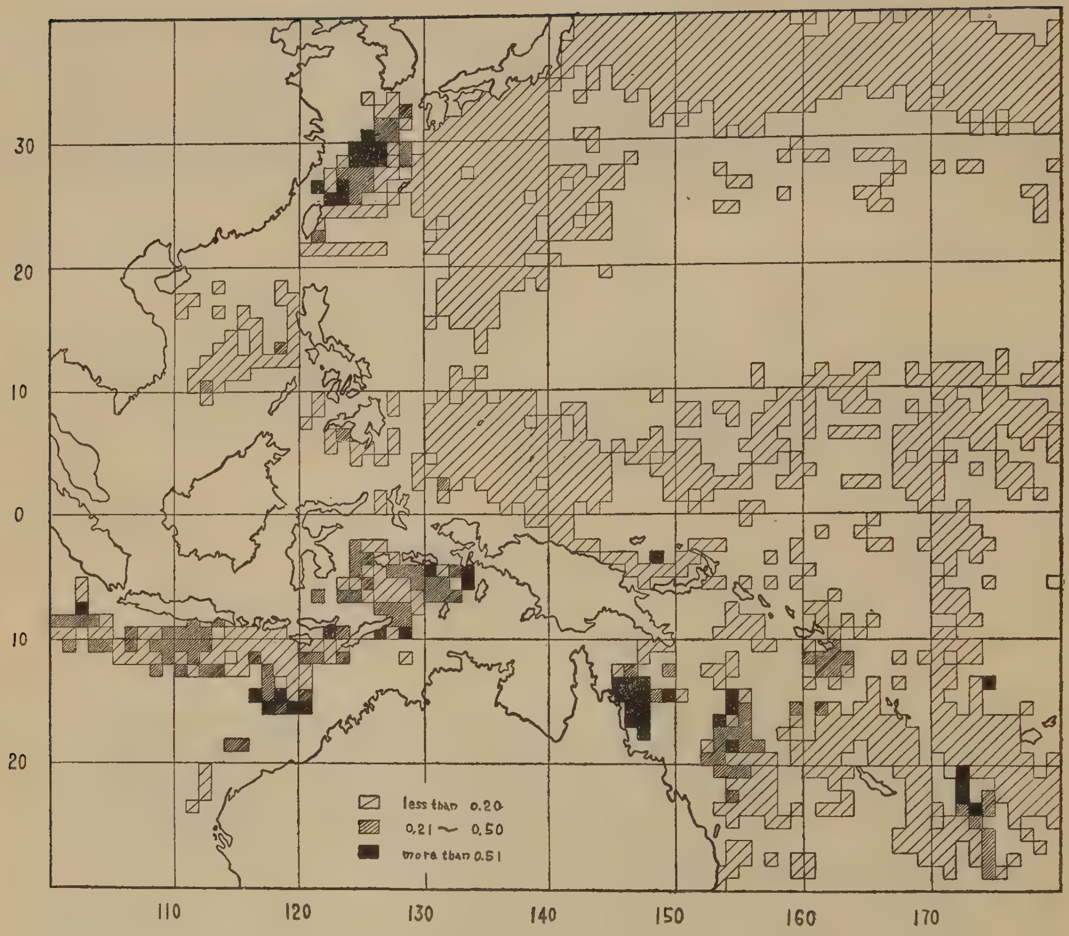
I－1　西太平洋における分布

第１図に西太平洋におけるシロカジキの11月の漁況を '52年から '56年迄の平均釣獲率で示した。図のようにシロカジキは中国大陸から濠印諸島近海，例えばバンダ海，アラフラ海，スンダ列島南部近海，珊瑚海等に多く，特に濠州の Great Barrier Reef 附近では他に類をみない程分布密度が大きい。中部及び北部太平洋では分布は極めて薄く，散発的に漁事がみられるに過ぎない。

東支那海漁場はシロカジキの分布の北限近くに形成されるもので，この漁場と同緯度の太平洋側では分布密度は極めて小さい。東支那海にみられる魚群と他海域の魚群との関係に関する既往の研究は殆んどなく，僅かに盛田(1)*1 の記述がみられるだけである。

---

*1　盛田は魚釣島近海の延縄漁期と中村(2)による台湾東海の突棒漁業との関係から，東支那海の魚群と台湾東海の魚群との間に多少の関連を想定している。



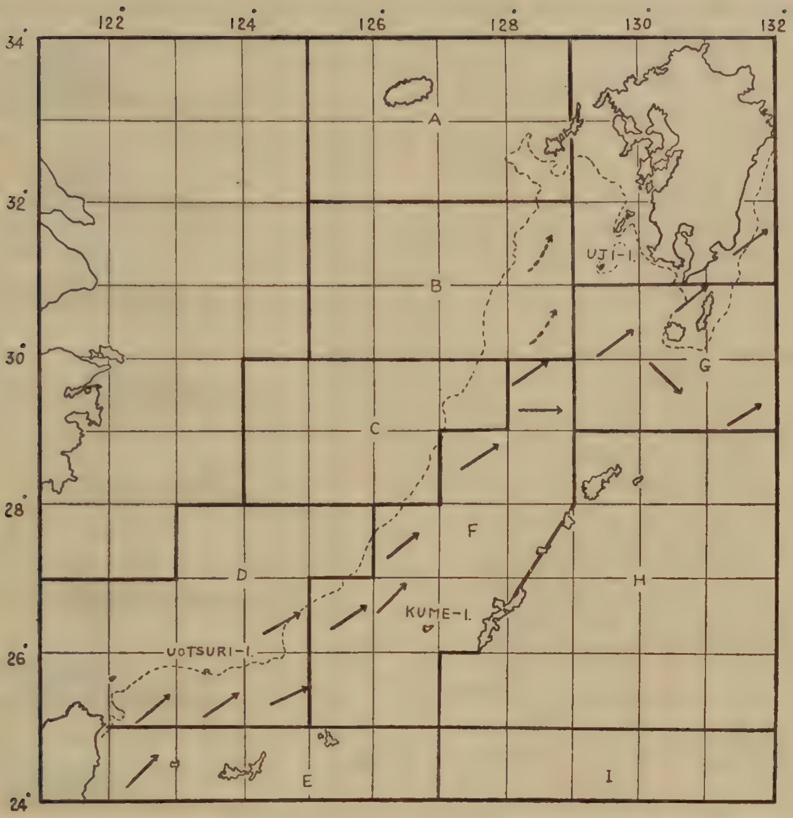
第１図　西部太平洋における11月のシロカジキの分布図（1952〜1956）
Fig. 1 Geographical hooked-rate distribution of White marlin, in Nov.

Ⅰ－２　東支那海漁場と海洋構造

東支那海とは中国大陸と沖縄列島にはさまれた水域であるが(第２図)，この海域は百尋線とほぼ平行してその東側を北東に向かう黒潮と対島海流によって，海洋学的には明らかに性格を異にした２水系に区分出る。黒潮以西の水域は一般に黄海水系と呼ばれているが，シロカジキの漁場は第１図に示されるように，この２水系の接触する水域からそれより西寄りの黄海水系のやや強くなる水域*2，海底地形から云えば百尋線を含むそれ以浅の海域に形成され，黒潮を含む以東の水域での分布密度は著しく低く，マカジキやバショウカジキの漁場とは分離されている。

そこで今後は黒潮以西に分布する魚群のみを考察の対象とし，これを東支那海シロカジキと呼ぶことにする。

＊２　済州島海域や魚釣島周辺海域の水塊の構成と漁況との関連について盛田(3)(4)の報告がある。



第2図　漁　場　図

Fig. 2　Relief Map of the fishing ground

100 fathom line

direction of the Kuroshio and Tsusima current

II　東支那海シロカジキにみられる種々の季節変化

II－1　魚　群　の　移　動

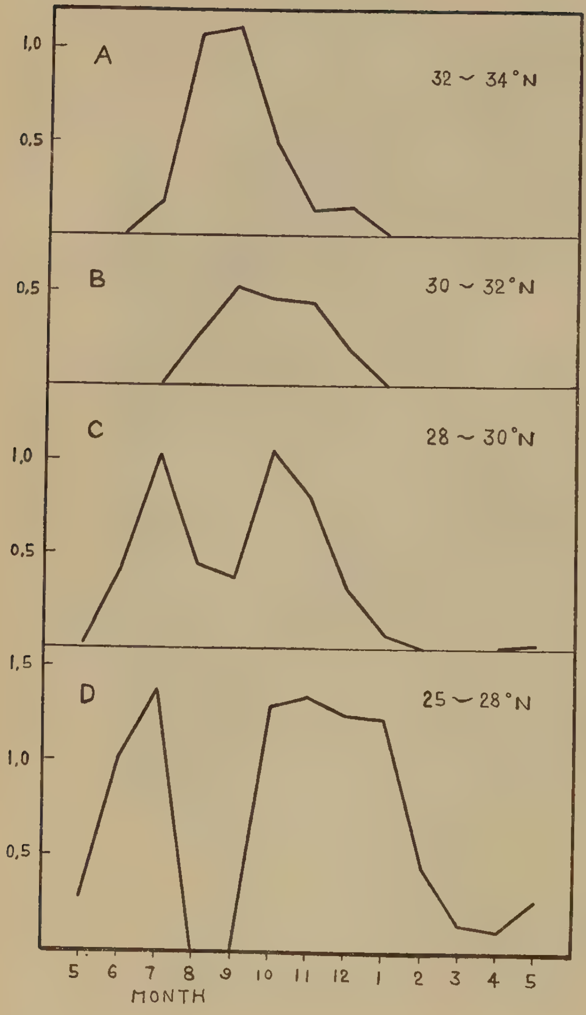
第3図は第2図に示した A～D の4漁区内の月別釣獲率で，資料は李ラインによる影響のなかったか，又は少なかった '52年6月から '54年5月迄のものである。図から次の点が指摘される。

イ）　釣獲率の分布は南側の C（28～30°N），D（25～28°N，魚釣島漁場）では双峰型，北側の A（32～34°N，済州島漁場），B（30～32°N）では単峰型である。

ロ）　釣獲率の Peak を示す月は漁区によって異っている。

ハ）　C,D 漁区で釣獲率の谷があらわれる9月を中心とした時期は，A，B 漁区では Peak があらわれる時期に当っている。併し3～4月に C，D 漁区に谷のみられる時期には A，B 漁区に Peak は認められない。

月別の釣獲率が Bimodal であることは魚群の来游が2回あり， Monomodal であることはそれが一回あることを示している。前半期とも云うべき9月迄の期間をみると，釣獲率の Peak は北側の漁場程遅



れてあらわれ，10月以降になると逆に南側の漁場程遅れてあらわれる傾向がみられる。

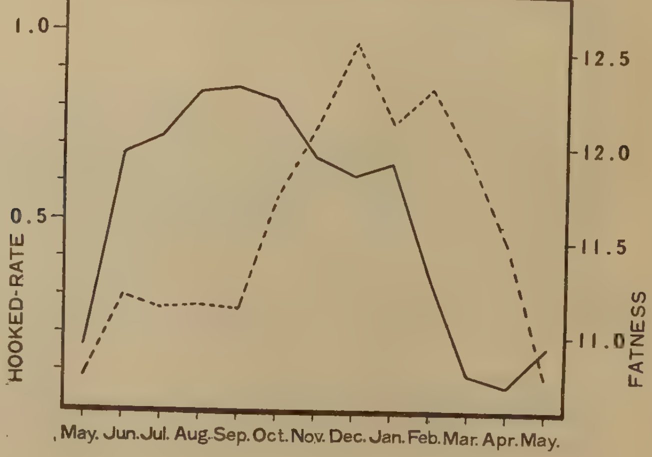
魚群の動きを示すこれらの事象を第3及び第4図によってもっと具体的に説明しよう。

5月頃からD漁区で漁事が始まり6～7月になると魚群量が急速に増え，又魚群の北上が始まってC漁区に達する。8月になると更に北上してその先鋒はA漁区に達し，9月には所謂「済州島漁場」の盛漁期となる。この時期の釣獲率の分布は北高南低となって，東支那海漁場に添加された魚群の大部分が北部漁場に集積されていることを示している。10月になると魚群の南下が始まって，11月にはC，D漁区が盛漁期となる。釣獲率の分布は8～9月とは逆に南高北低となって，今迄北部漁場にあった魚群が南部漁場に移っていることを示している。つまり東支那海シロカジキは春から夏にかけて北上洄游し，秋から冬にかけて南下洄游しているものと考えられる。

第3図　漁区別釣獲率の月変化

Fig. 3 Seasonal fluctuation of hooked-rate, by divisions

DATA　'52 Jun.～'54 May



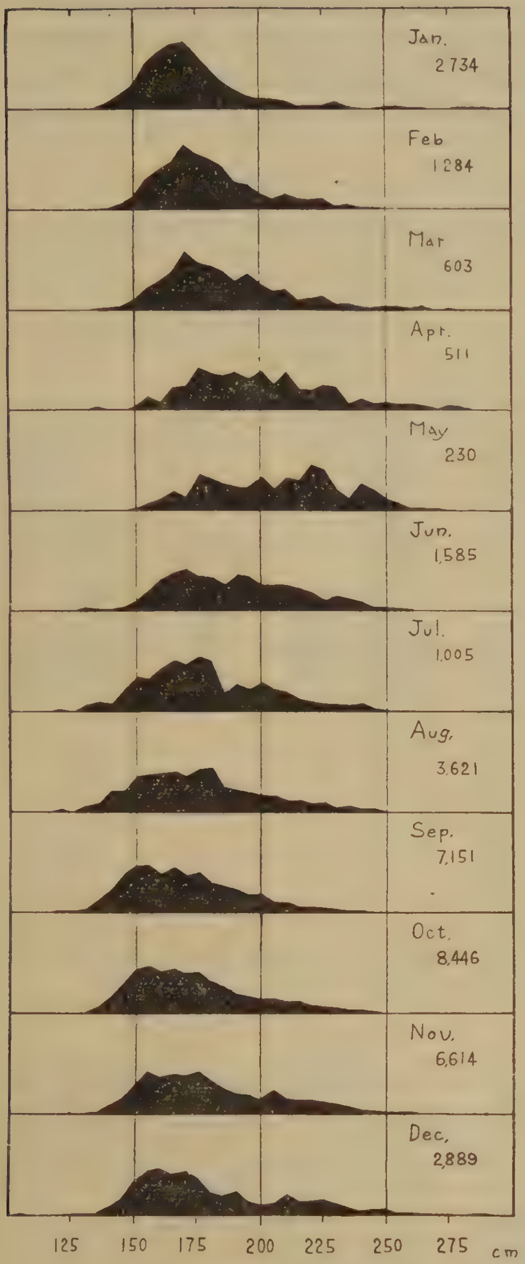
第4図　釣獲率及び肥満度の季節変化

Fig. 4 Seasonal fluctuation of hooked-rate and fatness in the East China Sea

—— hooked-rate

······· fatness

DATA　'52 Jun.～'56 May



第5図　体長組成の季節変化

Fig. 5　Size composition of White marlin in the East China Sea, by month

今第4図をみると10月以降東支那海全域（A～D）の釣獲率は多少低下するが，それでも尚翌年1月頃迄は比較的高い状態が維持されている。これは南下洄游に移った魚群の大部分がD漁区に一時停滞することを暗示している。2月になるとD漁区でも釣獲率は急速に低下し，4月迄この状態がつづいている。これはおそらくこの時期には魚群の大部分が東支那海域外に去る為であろう。

II－2　漁獲物の大きさとその季節変化

この海域における漁獲物は 105～330cm の体長のもので構成されている。このうち 140～210cm のものが多く全体の 80% を示し，特に 150～180cm のものは 55～60% と全体の過半数を占めている。125cm 以下の小型のものや，260cm 以上の大型のものは少い。

体長級を 5cm とした体長組成を月別に示したものが第5図である。本図によると体長の分布範囲は S 字状に変移していて，4～5月に最も大型化し，9月に最も小型化している。この傾向は毎年殆んど同じ様にくり返されている。もう少し詳しくみると1～3月には 170cm 附近にモードをもつ Monomodal な分布が続いている。4～5月になると平坦な台地状となって魚体がかなり急速に大型化している。このことについては 180cm 以下の魚群量の顕著な減少の他に，魚群の成長や 210cm 以上の大型群が僅かではあるが増加している点をも考慮する必要がある。6月以降になると大型群の増加も続くが，それ以上に小型群の増加が著しくて組成の様相が一変し，相対的に組成全体が小型化する。その為に 160cm 前後にもモードがみられるようになる。平均体長の小型化は9月迄続き10月になってはじめて漁獲物は大型化して，次第に1～3月の単一なモードに移っていく。

1～3月の間は単峰型の分布であったものが，4～5月にはモードのはっきりしない台状の分布となり，6月に入って新しい小型群が現われているので，4～6月にかけて東支那海シロカジキに構成員の質的な変化が起っていることが推測される。

東支那海シロカジキは東支那海域内で季節的

な南北洄游を行っている魚群体であることは先に述べた。そこでこの海域内の南側の漁場と北側のそれとでは漁獲物の内容がどの様に変っているかをみよう。第1表－1には漁区別の平均体長が示してある。8～9月をみると南部の C，D 漁区の平均体長に比べて，北部の A，B 漁区の平均体長が大きく，10～12月のそれでも北部漁場の方が大きい。今第1表－2によって南北漁場の体長組成を比較すると，魚群の南下が始ま

第1表 漁場別体長組成の比較

Table 1 Comparison of body-length composition in the 4 divisions

月別漁区別平均体長

1) Average of body-length by season, by divisions

	A	B	C	D	B.L.
Jan.				175.63	175.63
Feb.				181.89	181.89
Mar.				192.63	192.63
Apr.				202.65	202.65
May			197.27	212.37	210.44
Jun.			192.04	187.00	191.50
Jul.			182.18	181.09	181.84
Aug.	176.78	167.67	174.59		176.63
Sep.	172.48	168.65	165.52		171.06
Oct.	184.88	175.44	173.53	181.19	175.18
Nov.	188.22	193.78	181.86	181.25	182.97
Dec.	190.57	191.67	199.51	171.58	182.27
B.L.	175.12	182.60	177.74	180.37	

月別漁獲尾数

3) Seasonal fluctuation of catches

	A	B	C	D
Jan.				1,778
Feb.				1,027
Mar.				280
Apr.				321
May			22	150
Jun.			709	195
Jul.			547	239
Aug.	3,359	15	243	
Sep.	5,319	607	1,103	
Oct.	562	329	5,784	667
Nov.	62	595	3,243	1,830
Dec.	141	460	539	1,383

漁期別漁区別体長組成

2) Body length composition by season, by divisions

	Aug.～Sep.		Nov.～Dec.	
	A+B	C+D	A+B	C+D
100				0.04
110				0.01
120	0.05	0.45		0.09
130	2.27	4.98	0.32	0.64
140	10.39	13.60	1.43	5.95
150	16.74	22.73	7.87	16.35
160	16.39	16.20	13.91	16.78
170	15.84	15.38	13191	16.13
180	12.52	8.47	11.45	10.38
190	9.05	5.72	9.46	7.23
200	6.67	5.79	9.30	6.43
210	3.91	3.12	9.38	6.23
220	3.01	1.41	10.25	5.23
230	1.49	1.71	6.20	4.09
240	0.96		3.34	1.99
250	0.42	0.15	2.46	1.30
260	0.15	0.29	0.32	0.61
270	0.11		0.24	0.27
280	0.03		0.16	0.11
290				0.11
300				
310				0.03
320				

DATA

1) ～3) '52 Jun.～'56 May

る10月以前でも以降でも共に 180cm 以上の魚群の占める割合は北部漁場の方が大きい。一方同表－3によって漁獲尾数をみると，10月以前で北部，それ以降で南部漁場の方が多い。つまり10月以前には常に北に大型，南に小型の割合が多く，10月以降になっても猶北部漁場に残留する魚群には比較的大型の割合が多いと云うことになる。

Ⅱ－3　肥満度とその季節変化

東支那海域からの漁獲物は 6.00〜19.00 の肥満度のもので構成されている。このうち 11.00〜13.00 のものが多く第2表にみられる様に漁獲物全体の 80% 近くを占めている。肥満度分布のモードは 12.00 に

第2表　肥満度頻度分布

Table 2 Frequency of fatness, by size

B.L. \ Fatness	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
100cm									1						1
110			1	2	2	1	1	1							8
120															
130		1	2	9	27	43	28	12	3	3	1				129
140	1	1	4	27	167	307	231	85	22	4	3	1	1	1	855
150		4	10	48	320	819	711	293	77	16	5	3		1	2,307
160		1	7	48	291	931	977	442	121	20	10	3	1	1	2,853
170		1	14	31	212	763	1,003	547	171	50	8	2	2		2,804
180		1	13	26	157	589	809	459	128	27	4	4	11		2,228
190		2	14	16	128	376	510	286	161	29	7	1			1,530
200			5	16	83	284	363	246	125	27	8	3	2		1,162
210			3	24	63	170	287	235	149	58	9	1	3		1,002
220		1	6	21	60	141	186	213	102	38	15	1			784
230			12	15	43	93	128	156	86	19	5	-	1		558
240		2	2	10	30	67	75	69	35	10	1				301
250			2	6	15	26	61	37	20	6	3				176
260			2	5	5	9	22	24	7	2	2				78
270				2	7	9	14	3	2	1					38
280				1	2	2	2								7
290<			1		1	2	1	3							8
Total	1	14	98	307	1,613	4,632	5,409	3,111	1,210	310	81	19	21	3	16,829
%	0.01	0.08	0.58	1.82	9.58	27.52	32.14	18.49	7.19	1.84	0.48	0.11	0.12	0.02	

あってこの階級のみで全体の 30% を示している。（$\sigma=\pm1.38$）平均肥満度を他のカジキ類のそれと比べるとマカジキの 9.86，バショウカジキの 6.11 に対してシロカジキでは 11.86 と本種が最も大きい。

今肥満度の季節変化を第3表及び第4図（平年化したもの）によってみよう。3月頃から肥満度は急速に低下して5月に最小値を示し，6月にやや増加している。それ以降9月迄横ばい状態となる。10月以降急速に大きくなり11〜12月に最高値となって翌年1〜2月迄肥満した状態が続いている。今ここで体長級別に肥満度の季節変化をみると，第3表に示すようにその傾向は体長級によって異り最低値を示す月にズレがみられる。即ち 185cm 以上の体長級では4〜5月に急速に低くなって最低値となり，11〜12月に最高値に達し翌年2月頃迄は肥満した状態が続いている。150〜180cm の体長級では8〜9月に最低となり，12〜1月に最高となる。150cm 以下の体長級では資料がきれているが最低は恐らく5〜6月頃であろう。一方最高値は10〜12月となっている。このように最高値を示す時期は各体長級共殆んど一致しているのに対し，最低値を示す時期はズレており，従って東支那海の魚群全体としてみた場合，6〜9月に平均肥満度がみかけ上略一定の値を示す原因となっているのであろう。

このように月の推移につれて肥満度は変化するものであるが，これとは別に季節変化の程度が体長級によ

第3表 体長群別肥満度の季節変化

Table 3 Seasonal fluctuation of fatness by size

	<145cm		150〜180cm		185〜210cm		215〜235cm		240cm<		Total	
	$\overline{K}$	C.V.	$\overline{K}$	C.V.	$\overline{K}$	C.V.	$\overline{K}$	C.V.	$\overline{K}$	C.V.	$\overline{K}$	C.V.
May			11.44	0.115	11.02	0.141	10.09	0.130	10.22	0.131	10.77	0.115
Jun.	10.50	0.101	11.45	0.088	11.22	0.092	10.59	0.105	10.54	0.112	11.18	0.099
Jul.	10.61	0.097	11.19	0.096	11.14	0.104	11.04	0.111	10.92	0.067	11.13	0.099
Aug.	10.74	0.097	11.12	0.085	11.35	0.077	11.38	0.106	11.14	0.069	11.15	0.089
Sep.	10.77	0.098	11.07	0.085	11.58	0.092	11.78	0.089	11.24	0.094	11.13	0.091
Oct.	11.15	0.085	11.61	0.090	12.11	0.094	12.19	0.084	11.88	0.110	11.72	0.094
Nov.	11.62	0.107	11.89	0.101	12.46	0.112	12.63	0.113	12.55	0.103	12.10	0.108
Dec.	11.64	0.120	12.26	0.112	12.86	0.095	13.00	0.100	12.73	0.096	12.53	0.110
Jan.	11.50	0.103	12.21	0.103	12.48	0.085	12.90	0.099	12.58	0.122	12.11	0.104
Feb.	11.55	0.118	12.34	0.100	12.48	0.117	12.98	0.093	12.52	0.129	12.40	0.116
Mar.	11.00	0.109	12.01	0.107	11.91	0.135	11.95	0.147	12.30	0.126	11.94	0.126
Apr.			11.68	0.105	11.33	0.143	11.66	0.175	10.71	0.131	11.47	0.144
Total	11.17	0.105	11.72	0.103	12.13	0.113	12.27	0.133	11.98	0.128		

DATA '52 Jun.〜'55 May

って異なり，大型群程最高と最低の差が大きい *3 ことは非常に注目される。体長級によって肥満度が最低となる時期が異ったり，或は変化の巾が異ったりするのは，魚体の大きさによって生態的な変化の起る時期の異ることを暗示しているように思われる。

Ⅲ 季節変化からひき出される問題

既に述べてきた漁場の位置や，漁獲物の大きさ，肥満度等の季節変化から推して，3〜5月を中心とした時期に魚群の構造上の変化があり，9〜10月以降に魚群の地域的な移動が著しくなるものと考えられる。

特に4月を中心とした時期には著しい変化が起っていることを示唆している。従ってこの変転期の究明は本種の生態研究，特に産卵習性とか他海域との関連の究明に極めて重要な示唆を与えるものと考えられる。

Ⅲ−1 4〜5月を中心とした変転期

① 体長級別魚群量指数の動き

第4図をみると3〜5月の魚群量は年間を通じて最も少なく，6月以降になると急激に増加している。そこで体長級別魚群量 *4 の月変化をみよう（第4表−1）。或月の体長級別魚群量指数と前月のそれとの差

*3 変異係数（C.V.）で示すと

<145cm	0.104
150〜180cm	0.102
185〜210cm	0.112
215〜235cm	0.126
240cm<	0.125

C.V.＝S/$\overline{K}$

S；標準偏差　$\overline{K}$；平均肥満度

*4 体長級別魚群量指数は各体長級の出現率と釣獲率の積であらわしてある。魚群量は正確にはその海域に於けるその月の常数を乗じたものであろう。

第4表　1～6月間の月別体長級別魚群量指数

Table 4　The monthly abundance of fish population, in Jan.～Jun.

体長級別釣獲率の季節変化

1) Monthly hooked-rate of White marlin by size

B.L.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
cm						
130	0.0029	0.0010				0.0022
140	0.0347	0.0050	0.0007			0.0052
150	0.0930	0.0280	0.0039	0.0015	0 0028	0.0454
160	0.1490	0.0534	0.0072	0 0027	0.0069	0.0901
170	0.1393	0.0805	0.0202	0.0078	0.0115	0.1027
180	0.0843	0.0648	0.0127	0.0053	0.0199	0.0774
190	0.0427	0.0374	0.0111	0.0063	0.0199	0.0908
200	0.0315	0.0204	0.0111	0.0083	0.0192	0.0655
210	0.0192	0.0217	0.0081	0.0081	0.0215	0.0655
220	0.0137	0.0167	0.0072	0.0071	0.0276	0.0596
230	0.0156	0.0077	0.0036	0.0051	0.0164	0.0372
240	0.0043	0.0043	0.0023	0.0034	0.0130	0.0186
250	0.0080	0.0010	0.0016	0.0025	0.0046	0.0089
260	0.0029		0.0013	0.0017	0.0018	0.0030
270	0.0004		0.0003	0.0009		
280	0.0014			0.0004		
290	0.0011					
300						0.0007
Total	0.644	0.342	0.091	0.061	0.165	0.673

体長級別魚群量指数の差

2) Difference of monthly hooked-rate by size

B.L.	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6
cm					
130	−0.019	−0.010	0	0	+0.022
140	−0.297	−0.043	−0.007	0	+0.052
150	−0.650	−0.241	−0.024	+0.013	+0.426
160	−0.956	−0.462	−0 045	+0.042	+0.832
170	−0.588	−0.603	−0.124	+0.037	+0.912
180	−0.195	−0.521	−0.074	+0.146	+0.575
190	−0.053	−0.263	−0.048	+0.136	+0.709
200	−0.111	−0.093	−0.028	+0.109	+0.463
210	+0.025	−0.136	0	+0.134	+0.440
220	+0.030	−0.095	−0.002	+0.206	+0.320
230	−0.079	−0.041	+0.015	+0.113	+0 208
240	0	−0.020	+0.011	+0.096	+0.056
250	−0.070	+0.006	+0.009	+0.021	+0.043
260	−0.029	+0.013	+0.004	+0.001	+0.012
270	−0.004	+0.003	+0.006	−0.009	0
280	−0.014	0	+0.004	−0.004	0
290	−0.011	0	0	0	0
300	0	0	0	0	0.007
Total	−3,021	−2.506	−0.303	+1.041	+5,077

Δ2 (Feb. − Jan.) ×10
Δ3 (Mar. − Feb.) ×10
Δ4 (Apr. − Mar.) ×10
Δ5 (May − Apr.) ×10
Δ6 (Jun. − May) ×10

を求めたものが第4表−2である。

同表から，3月になると 250cm 以上の体長級では僅かではあるが指数が増加して，この体長級の魚群の添加が始まることが窺われる。一方 250cm 以下のそれでは前月に続いて魚群の逸散が行われている。4月になるとこの僅かながらも指数の増加する体長範囲は少し拡まって 230cm 以上となり，それ以下の体長級ではやはり逸散が続いている。5月になって初めて全体長級に亘って指数の増加がみられ，特に 180～190cm の体長級で著しく増加している。6月以降になるとどの体長級でも更に指数の増加がみられ，特に 160～170cm の体長級で著しく，この体長級の添加量が特に多いことを示している。

② 肥満度の動き

3～5月の肥満度の変化をみよう(第3表)。平均肥満度は急速に低下しているがその変異係数は大きくなっている。このことは，新しい肥満度の低い群の混入があって異った系統の魚群が存在すること，換言すれば，この漁場で越年した群と新らしく他海域から添加された群が漁獲されることを示しているものと考えられる。変異係数が変り始める月は体長級によって異なり，185cm 以上で3～4月，180cm 以下で5～6月からみられるので，他海域から添加される魚群のうち大型群の先鋒は3～4月，小型群のそれは5月頃からこの海域にあらわれるものであろう。

6～9月についてみるとこの期間の平均肥満度及びその変異係数は年間を通じて最も低い状態にある。これは越年群と添加群との入れかわりが殆んど終って，東支那海シロカジキはその大部分が肥満度の低い添加群によって占められていることを示唆している。

以上述べてきた4〜5月の変転期についてまとめると，第2図の D 漁区を含むそれ以北に魚群が大量に添加されるのは，大型群で5月，小型群では6月と考えられる。更に細かくみると大型群では3〜4月に，小型群では5月頃から僅かながらも添加が始まっていることが窺われる。又3〜5月の期間には添加群と越年群とが混在しており，6月以降には越年群は殆んどこの海域から他の海域に逸散し，漁獲対象群は殆んど添加群によって構成されているものと考えられる。

Ⅲ－2　9 〜 10 月 の 変 転 期

釣獲率は9月を頂点とし，南下洄游に伴って2月頃まで漸次低下する（第4図）。この低下は魚群の逸散にも関係あるかも知れないし，又第1図に示されたように魚群の南下と共に漁場が拡大することを反映している可能性も考えられる。即ち9月頃済州島漁場近海に最も濃縮された形で形成された漁場が，10月以降には南方に向って拡大され，これに伴って魚群も拡散されることは充分考えられる。魚群の南下期の操業状態をみると，第5表－3に示したように 28〜30°N の海域に集中している。一方シロカジキの漁区別釣獲率は10月には 28〜30°N で，10〜1月には 25〜28°N の海域で高い価を示している（第3図)。従ってこの期間 28〜30°Nの範囲に出漁するものは，シロカジキ以外の魚種を目的として操業しているものと考えられる。

2月以降における釣獲率の急低下は既に述べたように，この海域からの魚群の逸散を示すものと考えられる。

① 体長級別魚群量指数の動き

シロカジキの多い 25〜28°N（D 漁区）の体長級別魚群量指数の動きをみよう。第5表－1には体長級別魚群量を，－2は前月のそれとの差を求めてある。

第5表　D漁区における10〜2月間の月別体長級別魚群量指数

Table 5 The monthly abundance of fish population, (Division D), in Oct.〜Feb.,

体長級別釣獲率の季節変化

1) Monthly hooked-rate of White marlin

B.L.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.
cm					
100	0.006				
110	0.002				
120	0.002	0.001	0.002		
130	0.019	0.011	0.012	0.015	0.001
140	0.095	0.086	0.104	0.075	0.006
150	0.166	0.227	0.254	0.195	0.035
160	0.228	0.204	0.301	0.310	0.067
170	0.170	0.192	0.264	0.262	0.101
180	0.122	0.144	0.110	0.108	0.081
190	0.097	0.097	0.071	0.070	0.047
200	0.093	0.104	0.038	0.039	0.026
210	0.137	0.083	0.038	0.036	0.027
220	0.066	0.074	0.028	0.026	0.021
230	0.035	0.068	0.025	0.029	0.010
240	0.027	0.023	0.020	0.018	0.005
250	0.014	0.016	0.011	0.015	0.001
260	0.008	0.014	0.008	0.005	
270	0.004	0.001	0.002	0.001	
280		0.001	0.002	0.003	
290		0.001	0.003	0.002	
	1.29	1.34	1.23	1.21	0.43

体長級別魚群量指数の差

2) Difference of monthly hooked-rate by size

	Δ11	Δ12	Δ1	Δ2
cm				
100	−0.06			
110	−0.02			
120	−0.01	+0.01	−0.02	
130	−0.08	+0.01	+0.03	−0.14
140	−0.09	+0.18	−0.29	−0.69
150	−0.61	+0.27	−0.59	−1.60
160	−0.24	+0.97	+0.09	−2.43
170	+0.22	+0.72	−0.02	−1.05
180	+0.22	−0.34	−0.02	−0.27
190	0	−0.16	−0.01	−0.23
200	+0.11	−0.66	+0.01	−0.13
210	+0.55	−0.45	−0.02	−0.09
220	+0.08	−0.46	−0.02	−0.05
230	+0.33	−0.43	+0.04	−0.19
240	−0.04	−0.03	−0.02	−0.13
250	+0.02	−0.05	+0.04	−0.14
260	+0.06	−0.06	−0.03	−0.05
270	−0.03	+0.01	−0.01	−0.01
280	+0.01	+0.01	+0.01	−0.03
290	+0.01	+0.02	−0.01	−0.02

緯度別操業回数
3) Frequency of operations by latitude

Lat.°N	Oct.	Nov.	Dec.	Total
33～34	290	8	0	298
32～33	192	131	196	519
31～32	228	242	387	857
30～31	243	88	148	479
29～30	714	499	318	1,531
28～29	689	626	374	1,689
27～28	194	288	288	770
26～27	27	135	135	297
25～26	133	53	53	239
	2,710	2,070	1,899	6,679

DATA
'52 Oct.～'54 Feb.
division D ; 25～28°N
Δ11 (Nov.～Oct.) ×10
Δ12 (Dec.～Nov.) ×10
Δ1 (Jan.～Dec.) ×10
Δ2 (Feb.～Jan.) ×10

同表から10～1月にかけてのD漁区の魚群量に大差がみられないのに，180～200cm 以上の魚群は10月頃から減り始めていて，この体長級の逸散が始まることが窺われる。これは 180～200cm 以上の大型群が12月頃からより南方の水域に移動し始めるが，それにほぼ見合うだけの魚群がD漁区以北の漁区から，南下回游によって補充されることを示しているものと思われる。

2月には全体長級に亘っての指数の減少がみられ，大規模な魚群の逸散があることを示している。

② 肥 満 度 の 動 き

平均肥満度は最高状態を維持して大きな変化はみられない。このことは漁獲対象群に大きな質的変化がないことを示している。

以上要約すると東支那海に添加された魚群は9月を転機として南下回游に移り，この海域に残留する越年群を残して2月以降急速に他海域に逸散するものと考えられる。180～200cm 以上の体長級では12月頃から逸散が始まるものと思われる。

Ⅳ 他海域との関連についての考察

Ⅱ及びⅢで述べてきたことより東支那海シロカジキは他海域から添加を受け，他海域へ逸散する魚群体であることがわかる。添加と逸散について接続する他海域との関係を考察すれば以下の如くである。

Ⅳ－1 台 湾 東 海 と の 関 連

第6図には東支那海延縄による漁獲高と台湾の蘇澳（延縄及び突棒）及び高雄（延縄）の漁獲高*5を示してある。図によると蘇澳の7～9月には殆んど漁獲されていないが，この期間の東支那海の漁獲は顕著に増加している。又東支那海シロカジキが南下回游し始める10月以降になると蘇澳の漁獲は次第に増加し始めている。そこで台湾東海に分布する魚群を台湾東海シロカジキと呼んで，その漁獲物の大きさの月変化を東支那海シロカジキのそれと比較してみよう。

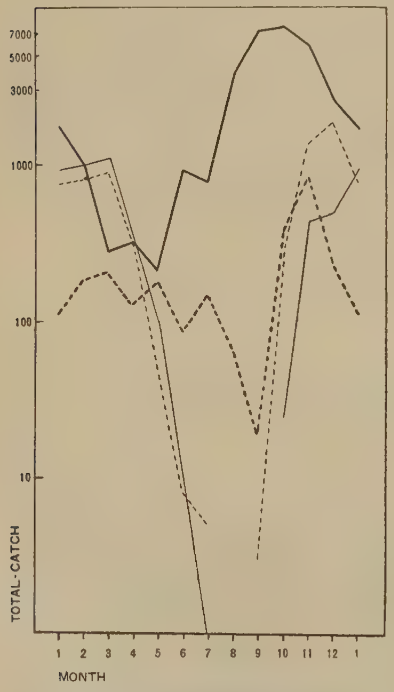
第7図には東支那海シロカジキと台湾東海シロカジキ（蘇澳に於ける水揚）の体重組成を月別に示してある。図によると各月の体重組成は両海域とも良く似ている。又魚群構造の変化様相をみると，両海域ともまず3月に 100kg級，4～5月に 70～80kg級の組成比がそれぞれ急増し，6月には 60kg 級が著増して魚

*5 ここに示した資料は中村の報告(2)(5)(6)による昭和18年の漁獲高である。台湾東海におけるシロカジキ漁場のあらわれ方が往時と現在とで殆んど違っていないので比較した。高雄根拠の漁船は主に東支那海で操業している。

群の構成が大きく変っている。台湾東海における組成比のこのような変化は，台湾東海でもこの期間に魚群の添加があることを示唆している。

さて第8図には東支那海と台湾東海（基隆及び新港に於ける水揚）の体長組成を10〜12月に亘って示してある。おおまかにみると'55年の基隆の組成では 150cm と 180〜190cm に mode がみられ，東支那海でも同年には同じ体長級に mode がみられる。'54年の新港及び東支那海では 150〜160cm に mode がみられる。

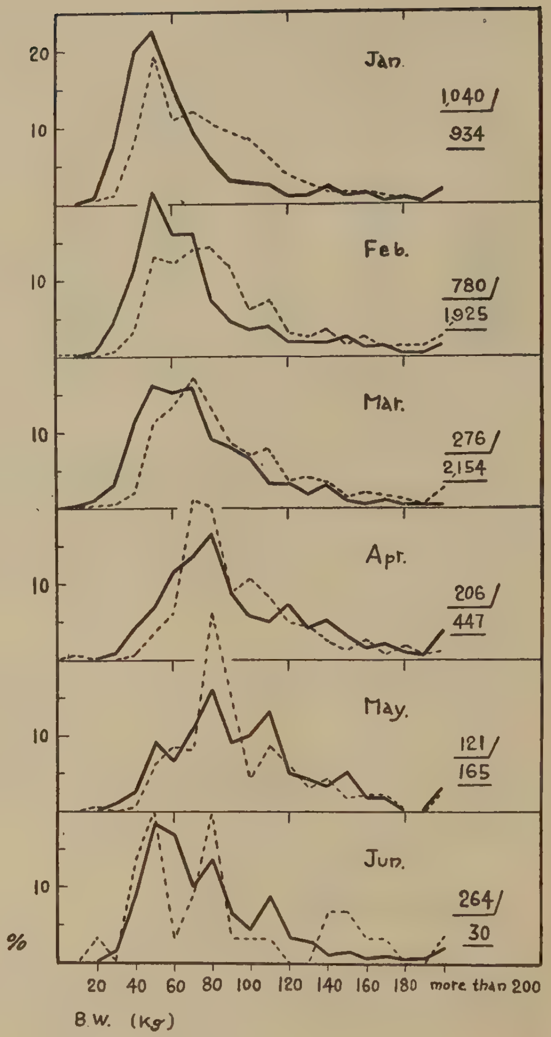
今迄述べて来たことから両海域の魚群の間には漁況だけでなく，漁獲物の大きさにも関連性がみられている。このような関連性から魚群の動きを推察すると，台湾東海に添加さ



第6図　海域別総漁獲尾数の比較

Fig. 6 Seasonal fluctuation of Catches

—— East China Sea
—— Suō (Long-Line) } FORMOSA
······· Suō (Dart) } FORMOSA
- - - - TAKAO } FORMOSA



第7図　東支那海シロカジキと台湾東海シロカジキの体重組成の比較

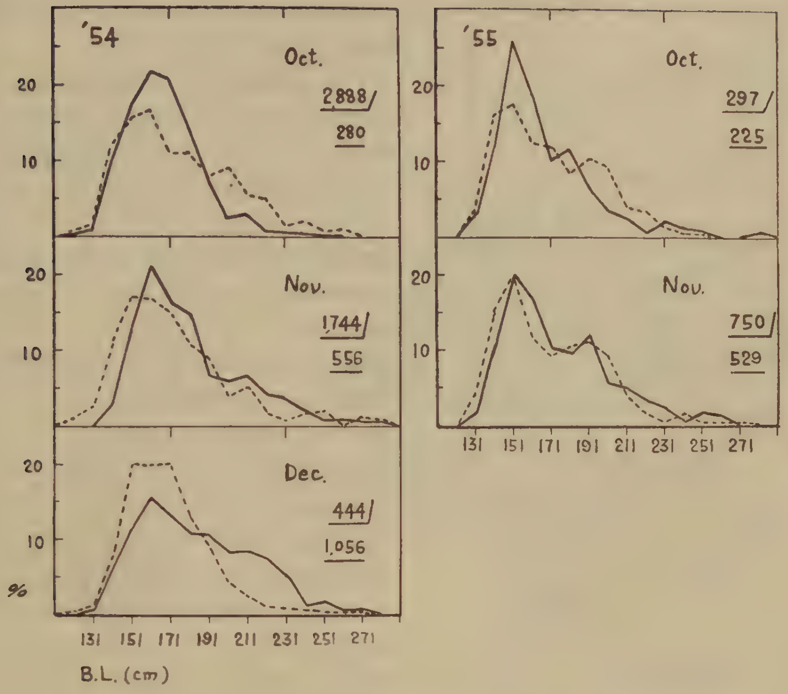
Fig. 7 Comparison between body-weight composition of White marlin in the East China Sea and Eastern sea of the Formosa

—— East China Sea '52 Jun.〜'54 May

······· Eastern sea of the Formosa '34 Jan.〜'35 Dec.

——/ number of catches in the East China Sea

—— number of catches in Eastern sea of the Formosa



第8図　東支那海シロカジキと台湾東海シロカジキの体長組成の比較

Fig. 8 Comparison between body-length composition of White marlin in the East China Sea and Eastern sea of the Fomosa

—— East china Sea
······ Eastern sea of the Formosa
——/ number of catches in the East china sea
—— number of catches in Eastern sea of the Formosa

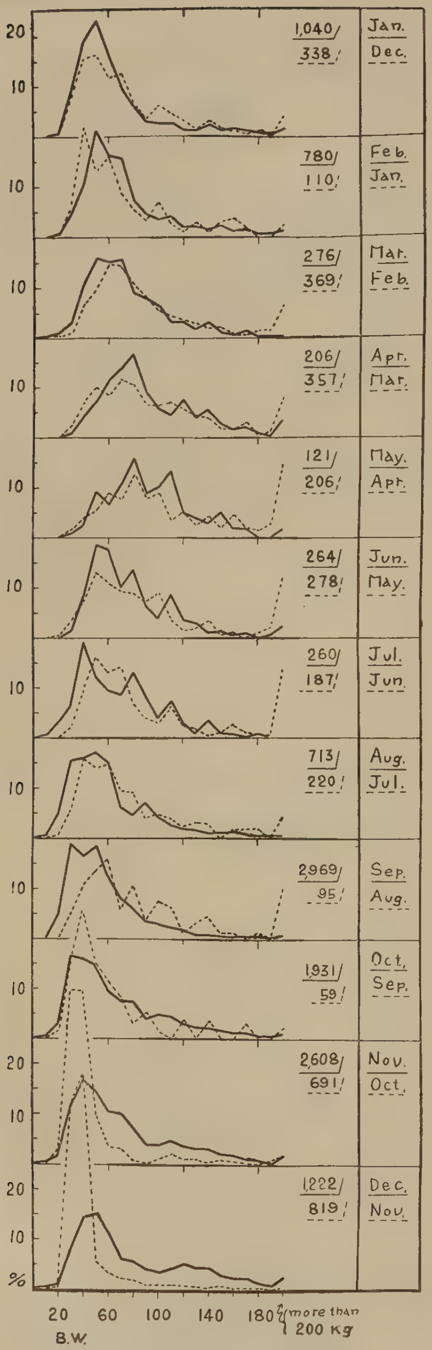
れた魚群は更に北上して7～9月にはその大部分が東支那海に移り，又東支那海から南下逸散した群は漸次台湾東海に達するものであろう*6．つまり台湾東海シロカジキと東支那海シロカジキとは同一の魚群体と考えられ，台湾東海の漁業の状態からみると，同海域におけるシロカジキの洄游路は黒潮の西側の巾狭い水域のように思われる。

Ⅳ－2　その他の海域との関連

上述のように，台湾東海に分布するシロカジキと東支那海のそれとは同一魚群体に属するものと考えられる。台湾東海に接続する海域のうち，太平洋洋心部方面には殆んど分布しないことから台湾東海シロカジキ

---

*6 中村の報告(6)(7)(8)によると北東風季（10～4月）に台湾東海に停滞する魚群のあることがわかっている。このことと東支那海シロカジキの動きとから，12月頃から魚釣島を含むそれぞれ以南の海域に魚群が移り始め，翌年2月にはその殆んどが台湾東海に移ってしまうものであろう，3月の台湾東海域では東支那海から南下してきた群と，それ以外の，おそらくより南方の水域から添加された群とが混獲されると考えられる。



第 9 図　東支那海シロカジキと南支那海シロカジキの体重組成の比較

Fig. 9 Comparison between body-weight composition of White marlin in the East China Sea and South China Sea

—— East China Sea '52 Jun.～'54 May

······ South China Sea '34 Jan.～'35 Dec.

——/ number of catches in the East China Sea

------/ number of catches in the South China Sea

の補充径路はフィリッピン東海か，バシー海峡を距てた南支那海と想定される。

フィリッピン東海方面には資料が乏しく，シロカジキの分布や洄游は明らかでない。南支那海方面には分布することが知られている。[5][6][7][9] 南支那海から得られた諸資料を台湾東海のものと比較すると両海域の魚群間には第 6 図にみられるように漁況の季節変化や，第 9 図の漁獲物の大きさ等にかなりの類似性が認められる[*7]。又一方類似性を積極的に肯定出来ないような事象[*8]も認められる。

この魚種の分布状態からみて，台湾東海への補充は濠印諸島海域から，南支那海又はフィリッピン東海を経て行われ，又台湾東海からの逸散は補充の逆コースが考えられるが現状では，そのいずれの径路であるか断定する

---

*7 魚群構成に大きな変化が起る月を起点として両海域の魚群を比較すると，（南支那海の 2 月と東支那海の 3 月の組成，同様に 3 月と 4 月，4 月と 5 月，5 月と 6 月）第 9 図にみられるように相対する各月の漁獲物組成は良く似ている。又組成比の月変化の様相でもまず大型群が増え，次いで小型群が増えている。

*8 東支那海の11～12月と南支那海の10～11月の組成をみると，その mode の位置に大差ないが，その組成比では南支那海の方が圧倒的に高い。この期間の南支那海に小型群の組成比が大きくなることは台水試月報による最近の資料（第 6 表）からも窺える。

第 6 表　台水試月報による民国43年（1955年）の南支那海の体長組成

Table 6　Body length composition of White marlin in the South China Sea, (from monthly report of Taiwan fisheries research Institute Vol.3, No.1～No.7. data '55)

	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
<130cm	2.0%	1.1%	1.4%	0.3%
131～140	13.7	8.4	10.3	1.5
141～150	30.2	35.9	32.5	8.4
151～160	26.5	32.2	26.6	16.4
161～170	13.8	11.6	13.0	17.3
171～180	5.6	4.8	5.7	22.1
181～190	3.7	2.2	4.0	14.3
191～200	1.4	1.4	2.0	5.7
201～210	0.9	1.0	1.6	5.7
211～220	0.8	0.9	1.0	1.2
221cm<	1.4	0.5	1.8	7.2
N	927	1,831	767	335

N ; number of catches

ことは出来ない。

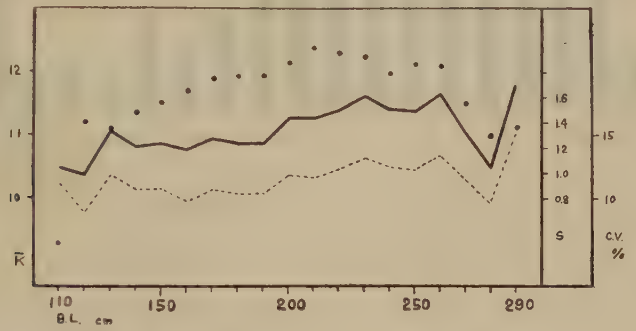
V　南下群の性状についての若干の考察

V－1　体長と肥満度及び性比

a)

東支那海から台湾東海へ南下する魚群は最も肥満した状態で逸散している。このような状態で南下が行われると云うことは，魚群の生態にとって何らかの意義がありそうに思われる。東支那海バショウカジキの産卵群[10]は最も肥満した状態で南下しており，しかも体長と肥満度との関係に特異な点がみられた。

そこで本種でも体長と肥満度の関係をみよう（第10図）。その関係は大まかにみると 210cm で最高値を



第10図　東支那海シロカジキの体長と肥満度の関係

Fig. 10　Relation between the fatness and the body-length by 10cm class, in the East China Sea

・　平均肥満度　K̄　mean fatness

——　標準偏差　S　standard deviation

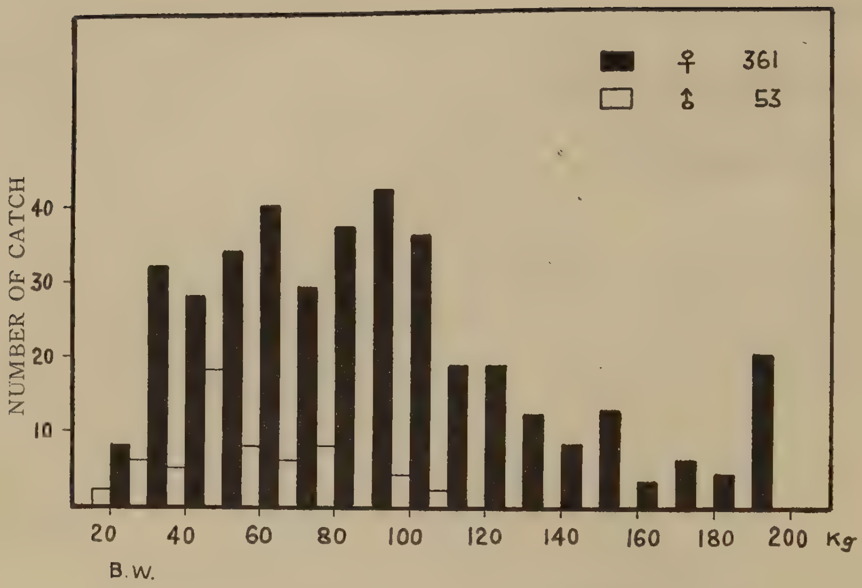
………　変異係数　C.V. coefficient of variation

示す緩やかな抛物線を考えれば良い。もう少し詳しくみると，170cm 迄は体長の増大につれて肥満度も大きくなり，170～190cm では肥満度は略一定となる。200cm 以上になると再び大きくなって 200～230cm の肥満度は東支那海シロカジキとしては最も大きな値となる。230cm 以上の体長級では漸次小さくなっている。東支那海で最も多くみられる 150～190cm 級の肥満度の標準偏差をみると殆んど一定の値を示し，この体長級では体長が大きくなっても標準偏差は大きくならない。200cm 以上の体長級では体長が大きくなるにつれて標準偏差も大きくなっている。換言すると，200cm 以上の体長範囲では同じ体長級でも肥満度の個体差が大きく，それ以下の体長級では小さいと云うことになる。このことは 200cm ともなると魚群の生態に何らかの変化が起るのではないかとも考えられる。ここで別の面から 200cm 以上の体長級をみよう。

b)

第11図に台湾近海における性別体重組成を示す。中村の報告[5][6][11]によると，蘇澳（11～2月）及び高雄（11月，2～5月）の性比は凡ての体長級に亘って♀が圧倒的に多く，100kg 以上（200～210cm）のものは殆んど♀によって占められている。最も多くみられる魚体は♀で 70～110kg（180～220cm）級，♂で50kg（150～160cm）級のものである。

今ここで蘇澳における調査期間をみると魚群の南下期に当っている。したがって東支那海シロカジキの性比についての知見が得られていないにしても，この魚群と台湾東海シロカジキとの関連性からみて，東支那



第11図　台湾東海におけるシロカジキの重量級別性比

Fig. 11 Total catch by size, by sex, in Eastern sea of the Formosa

海から南下する魚群には♀が多いと推察される。又大型群は殆んど♀であることは台湾近海のみならず他海域の資料*9 からも窺えるので，東支那海における 200cm 以上の大型群は殆んど♀によって構成されていると云えそうである。

今肥満度の変化は魚体の生理・生態の変化を反映しているものであるとすると，200cm 以上の体長級にみられる標準偏差の増大は，産卵に関与した魚群が東支那海に添加されることを示唆しているように思われる。そしてここで注目せねばならないことは，殆んど♀であると思われる体長範囲と，はやく逸散し始める大型シロカジキの体長範囲が良く一致すると云うことである。そこで 200cm 以上の体長級はそれ以下のものとは異った生態的な変化によって，東支那海から南下することも充分考えられる。そしてこの 200cm 以上の体長級の生態的な変化は♀の Spawning activity に起因する可能性も充分考えられる。

V－2　生態調査についての過去の知見

東支那海からの南下群のうち 200cm 以上のものは Spawning activity に起因して南下するものであれば，その産卵習性や産卵水域が問題となって来る。そこでカジキ科魚類中最も資料が乏しいとされている本種のこの種の知見をまとめてみよう。

盛田(4) は魚釣島近海を調査した結果，同水域のシロカジキは索餌のためサバ，ムロアジを追って洄游しているものであろうとしている。又鹿児島水試(14) の報告によっても東支那海では熟卵は採取されていない。中村(6) は蘇澳における生殖腺調査の結果♀が圧倒的に多く，生殖腺は極めて未熟であり熟卵はみられないとしている。

---

*9 第7表には幾つかの海域における性別体長組成を示す。

No.1～No.4　　各県試験船

No.5　　敬天丸資料(12)

No.6　　第一さつま丸資料(13)

第7表　性　別　体　長　組　成

Table 7 Body-length composition by the sex

	1		2		3		4		5		6	
	'57		'57〜'58		'57		'56〜'57		'56		'56	
	17. Sep.〜 28. Oct.		19. Dec.〜 9. Jan.		25. Oct.〜 14. Nov.		25. Dec.〜 18. Jan.		26. Jan.〜 11. Feb.		11. Nov.〜 27. Nov.	
	8°11′S 13°11′S		7°06′N 6°28′S		3°07′S 6°12′S		12°30′S 14°47′S		8°00′S 12°00′S		16°07′S 19°35′S	
	100°30′E 109°51′E		123°02′E 130°52′E		123°48′E 131°45′E		115°17′E 119°08′E		95°00′E 98°00′E		146°08′E 147°07′E	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
less than 100cm												
126 〜 130												
131 〜 135	3	1	2		1							
136 〜 140	5	2	3		2						2	
141 〜 145	13	1	1					1			2	
146 〜 150	19	10			1						7	
151 〜 155	17	5	2		1						19	
156 〜 160	12	4	2		2		1				27	
161 〜 165	10	8	3	1	1			3		3	37	
166 〜 170	4	7									35	
171 〜 175	2	7	2					1		3	50	
176 〜 180		11	1		1			3			38	1
181 〜 185	1	4	2				1	3	1	1	42	
186 〜 190	1	5			1					4	29	
191 〜 195	1	6	1	1				2		1	38	
196 〜 200		4	1			1	1	4	1	3	39	
201 〜 205		2	2	1	1			3		2	44	1
206 〜 210		3								3	38	
211 〜 215		2						2		4	40	1
216 〜 220		4					2			6	34	2
221 〜 225		3						3		4	14	
226 〜 230		2						3		3	19	1
231 〜 235				1				4		5	12	4
236 〜 240		2		1						3	5	4
241 〜 245		2				1		1		2	4	7
246 〜 250		4						1			2	5
251 〜 255		1						2		1		7
256 〜 260			1					2				5
261 〜 265							1				1	5
266 〜 270												8
271 〜 275		1								1		5
276 〜 280		1								1		5
281 〜 285												4
286 〜 290												3
291 〜 295												2
296 〜 300												9
301 〜 305												4
306 〜 310												2
316 〜 320												4
more than 331												1

このような知見から東支那海域や台湾東海に分布洄游しているシロカジキは索餌洄游群であって，その生殖腺は未熟であるとみて良いであろう。200cm 以上の体長級が産卵に関与するものであれば，その産卵水域は台湾東海以南の水域*10 であると云えよう。

*10 上柳等の報告(16)によるとマーシャル群島海域で，1954年6月，シロカジキと思われる稚魚がタモ網で採集された。

V－3　今　後　の　問　題

蘇澳及び高雄では♀が圧倒的に多いので東支那海からの南下群にも♀が多いと推察された。今ここで東支那海には♀が多いと仮定すると興味ある問題が出て来る。即ち東支那海漁場は本種の分布の北限近くに形成されたものであるので，♀は北半球における分布の北限近く迄洄游するが♂はあまり北上洄游を行わない，つまり，性によって分布や洄游が異る*11 のではないかと考えられることである。

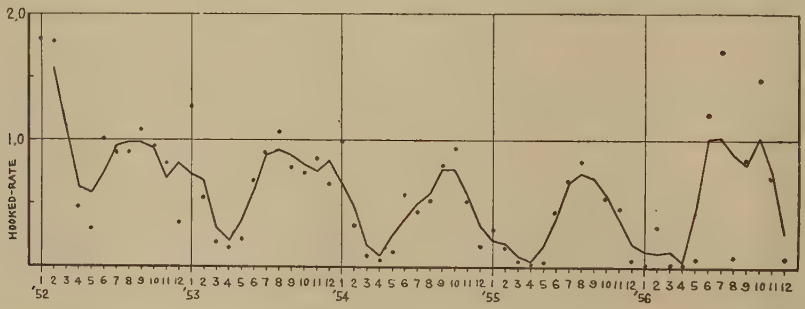
今後シロカジキの分布・洄游を更に大きく取扱う為にも，東支那海や南支那海シロカジキの周年に亘る生殖腺調査は必要であり，そうすることによって従来不明とされていたシロカジキの産卵生態も明らかにされるものであろう。

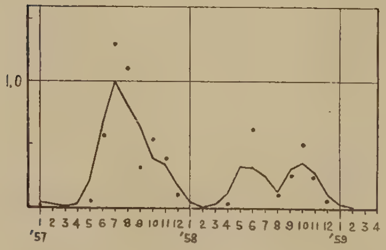
VI　東支那海シロカジキにみられる年変動

東支那海シロカジキはどのような魚群体であり，他海域に分布する魚群とどのような関連があるかを観察してきた。そこで今度はこの魚群体は最近どのような変化をしているかをみよう。

VI－1　釣獲率の経年変化

第12図には '52年1月から '59年4月迄の月平均釣獲率が示してある。同図から釣獲率は毎年大きく季節





第12図　月平均釣獲率の経年変化

Fig. 12　Mean monthly hooked-rate of White marlin in the East China Sea, in 1952～1959, with Trend

•　original data

——　3 month moving average

変動しながら '55年迄は低下し， '56年，'57年 にややもち直しているが '58年には再び低下していることが窺われる。このことは 東支那海に添加される魚群量の年変動*12 が大きく，近年では 漸次減ってきていることを暗示している。

本種は済州島漁場での漁獲が多かったが李ラインの設定と云う事象の出現の為に， '55年以降この漁場で

---

*11 中村他(15) によると太平洋のクロカジキでは性による分布や洄游の違いは明瞭に認められている。

*12 第13図によって魚群量の年変化をみると，魚群量は多，多，少，少と変化しているように見えるが，調査期間が短いので魚群量変化の周期性については何とも云えない。

の操業は不可能となった。そこで他の漁場に活路を求めるようになり，東支那海での操業は或る限られた期間*13 だけとなっている。このような社会的事象が釣獲率低下の一因とも考えられるので，済州島漁場を含む場合とそうでない場合の釣獲率の経年変化を比較してみよう。第8表によると含む場合も，そうでない場合も共に釣獲率の経年変化は減少傾向を示し，含まない場合はより一層低くなっている。このことから東支那海シロカジキの釣獲率が低下している時に，済州島漁場での操業が不可能となった為，より一層釣獲率の低下をみるようになったと云えよう。

第8表　操業状態の推移

Table 8 Annual fluctuation of mean hooked-rate

1) Hooks and operations (A,B,C,D) divisions

	Hooks	OP.	H.R.
'52	1,468,422	3,663	0.660
'53	1,826,140	4,654	0.678
'54	1,257,134	3,322	0.383
'55	714,518	1,534	0.319

2) Hooks and operations (B,C,D) divisions

	hooks	op.	h.r.	R
'52	758,362	1,876	0.625	51.2%
'53	1,496,954	3,764	0.576	80.8%
'54	1,170,684	3,121	0.382	93.9%
'55	696,458	1,495	0.323	97.4%

Hooks ; Total hooks over divisions (A,B,C,D)
hooks ; Total hooks in 3 divisions (B,C,D)
OP. ; Total operations over divisions (A,B,C,D)
op. ; Total operations in 3 divisions (B,C,D)
H.R. ; hooked-rate over divisions (A,B,C,D)
h.r. ; hooked-rate in the 3 divisions (B,C,D)
R ; ratio of [op.] to [OP.]

Ⅵ－2　漁獲物の大きさにみられる年変動

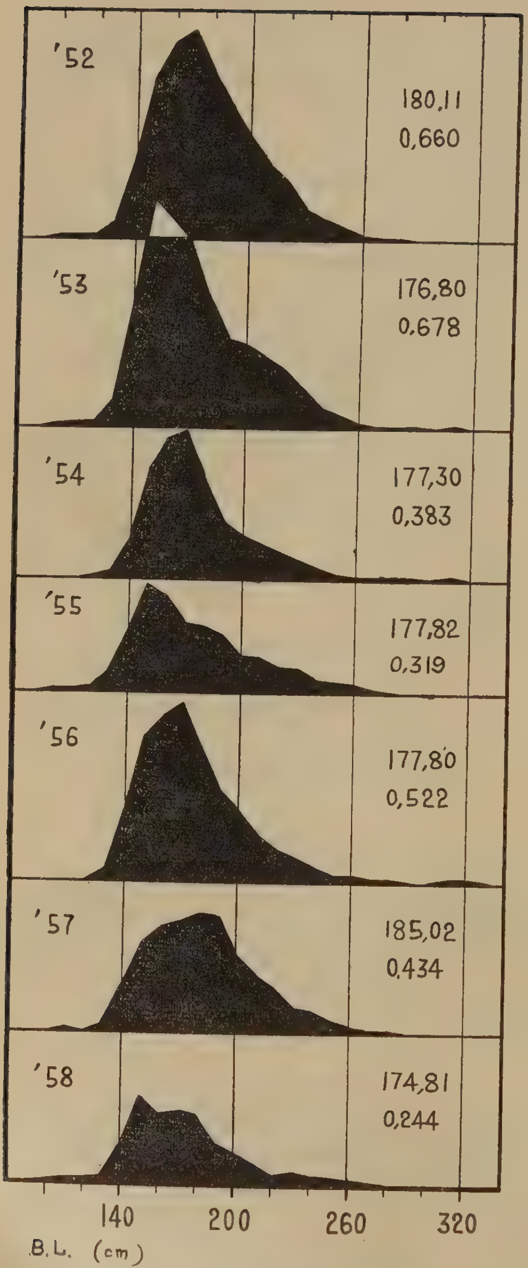
第13図には体長級を 10cm とし，これに年平均釣獲率をかけ合せた値（体長級別魚群量指数）を図示してある。同図によると体長の分布は毎年 150〜190cm を主力にした単峰型で示されているが，200cm 以上の大型群は年々減少している。

今 '52〜'56年をみると，組成の mode の位置は 160cm を境にして西暦の偶数年にはこれより大きい方

*13 '56年以降の操業状態をみると

12〜4月	四国・紀南沖
5〜6月	東支那海及び，与那国〜沖縄間漁場
7〜8月	三陸沖合
9〜11月	東支那海

このような操業状態の変化に伴って，'56年以降の釣獲率の季節変化は，それ以前と多少異ってきている。



第13図　体長級別魚群量指数の年変動

Fig. 13　The annual relative abundance of fish population, in 1952−1958

upper row　average of body length

down row　average of hooked-rate

(170cm) にみられ，奇数年には小さい方 (150 cm) と隔年的にあらわれている。しかし '57年は奇数年であるが大きい方の 170cm に分布の mode がみられ隔年周期的な変動は崩れている。

要　約

シロカジキの生態調査から得られた知見を要約すると次のようになる。

1）　シロカジキはやや沿岸海域に Restrict された分布を示し，東支那海では黒潮及び対島海流と黄海水系とが接触する水域に漁場が形成され，他のカジキ類の漁場よりも浅い水域に分離されている。

2）　東支那海で漁獲されるシロカジキの体長範囲は 105〜330cm で，主群は 140〜210cm 級となっている。肥満度の範囲は6.00〜19.00となっており，11.00〜13.00のものが多い。

3）　東支那海のシロカジキは Feeding-group である。この群は 9 月迄北上洄游し，10月になると反転南下洄游に移る。

4）　毎年 4〜5 月を中心とした期間に魚群構造の更新がみられ，越年群が逸散し補充群が添加される。

5）　大まかにみると大型群で 4〜5 月，小型群で 6 月に新しい魚群が添加されるが，もう少し詳しくみると，大型群では 3 月，小型群では 5 月にそれぞれ僅かではあるが添加の徴候をみせている。

6）　逸散は 2 月から明確となるが，同一魚群体と考えられる台湾東海群をも含めて考察すると，添加と逸散は 3 月を転機に行われるものと考えられ，北半球における他のマグロ・カジキ類の場合と軌を一つにしている。

7）　12月頃から始まる 200cm 以上の体長級の逸散は，Spawning activity によるものと考えられる。

8）　東支那海のシロカジキの魚群量には年変動が著しく，近年漸次減少しており特に大型群が減っている。又魚獲物組成の mode にみられた隔年的変動は '57年以降崩れている。

引　用　文　献

(1) 盛田友弌 1953 10月に魚釣島近海に出現したカジキ，サバに関する二，三の知見
鹿児島大学水産学部紀要　第3巻第1号

(2) 中村広司 1937
台湾近海産旗魚類調査報告　台水試報告

(3) 盛田友弌 1954
9月における済州島漁場の海況と漁況に関する一，二の知見
鹿児島大学水産学部紀要　第3巻第2号

(4) 盛田友弌 1952
魚釣島近海に於けるカジキ漁況と水温との関係について
鹿児島大学水産学部紀要　第2巻第1号

(5) 中村広司 1944
台湾近海産カヂキ科魚類の研究
8　季節による魚体の差異
b　シロカジキ
台湾博物学会会報　第34巻251号

(6) 中村広司 1945
台湾近海産カジキ科魚類の研究
台水試業績　第120号　未刊

(7) 中村広司 1953
南水研報告　第1号

(8) 中村広司 1949
マグロ類とその漁業　竹内書房

(9) 台湾省水産試験場 1955
水試月報　Vol.3　No.1〜No.7

(10) 古藤力・古川一郎・小玉恵一 1959
バショウカジキの生態
南水研報告　第10号

(11) 中村広司 1944
台湾近海産カヂキ科魚類の研究
7　性による魚体の差異
台湾博物学会会報　第34巻250号

(12) 敬天丸調査航海概況 1956
南水研　ガリ刷

(13) 第一さつま丸珊瑚海マグロ漁場調査 1957
南水研　ガリ刷

(14) 鹿児島県水産試験場（旧鹿児島水産指導所）1952〜1954
照洋丸調査報告　ガリ刷

(15) 中村広司・藪田洋一・上柳昭治 1953
カジキ科魚類の産卵期と性比
南水研業績集　第1号

(16) S. Ueyanagi, H. Yabe 1960　Records of Oceanographic Works in Japan. Vol. 5, No. 2, pp. 96〜102.

マカジキ *Makaira mitsukurii*(JORDAN et SNYDER)の仔稚魚*

上 柳 昭 治

(南海区水産研究所)

Larvae of the Striped Marlin, *Makaira mitsukurii* (JORDAN et SNYDER)

LIBRARY
BUR. OF COMM. FISH.
HON. BIOL. LAB.

TRANSLATION IN
REPRINT FILE

Shoji UEYANAGI

(Nankaki Regional Fisheries Research Laboratory)

Abstract

Forty-two larval istiophorids ranging from 2.9 to 21.2 mm. in standard length, from the North Pacific, South Pacific and the Indo-Australian Archipelago areas, were examined. These specimens resemble in the appearances closely the sailfish larvae, but can be distinguished from the latter by the profile of head (in these specimens, eye position is relatively low and tip of snout and center of eye are nearly in equal level). They are identified with the larvae of the striped marlin, *Makaira mitsukurii* (JORDAN et SNYDER), by the characteristic profile and other diagnostic characters (vertebral formula, number of first dorsal fin-rays).

A developmental series, 2.9 to 21.2 mm. is figured and described. Basing upon these informations, changes on body proportion, head spination, and fin formation etc. with growth are discussed. Consequently, larval development stage (below ca. 20mm.) is suggested to be divided into two parts by an approximate standard length of 7 mm. These two stages seem to correspond with the "early larval", and "midlarval" stages respectively, of which are suggested by J. W. Gehringer[2] on the development of the Atlantic sailfish, *Istiophorus americanus* (CUVIER).

From the occurrence of the larvae, spawning seasons and areas of the three striped marlin populations (North Pacific, South Pacific, and Indian Ocean) are presumed as follows. In the North Pacific, spawning occurs abundantly from May to August in the areas between approximately 20°—30°N Lat. In the South Pacific, spawning occurs during from October to January in the areas around 20°S Lat., with discrepancy about half a year with the former. In the Indian Ocean, spawning seasons and areas are little known, but it is suggested that at least in the Banda-Flores Seas and adjacent seas of Timor Is., spawning occurs during January—February.

* 南海区水産研究所業績 第147号

ま え が き

前報[12]で述べたように，カジキ類（Istiophoridae）の初期生活史の研究が最近かなり進展し，クロカジキ（*Eumakaira nigra*）の仔稚魚期[12]，幼魚期[13]，バショウカジキ（*Istiophorus orientalis*），シロカジキ（*Marlina marlina* J. & H.）の仔稚魚期[18,20]等についてすでに報告されたが，更に印度・太平洋海域に分布するマカジキ，striped marlin（*Makaira mitsukurii* J.& S.）の仔稚魚と推定されるものが得られた。これらの仔稚魚は，全長約 3mm～24mm のもので，北太平洋，南太平洋，濠印諸島海域から約 40尾*，表層曳稚魚網にて採集された。形態が一見バショウカジキ仔稚魚と酷似しているためこれとの識別が困難であるが，主として頭部の形態の相違によって前者とはっきり区別され，この形質及びその他の査定形質（diagnostic character）に基き，また生態的な面即ち仔稚魚の出現状況からも，これがマカジキ（*Makaira mitsukurii* Jordan et Snyder）の仔稚魚であることが確められたのでここに報告する。

本研究のために絶えず御指導を賜った中村所長，矢部遠洋資源部長，並びに種々御協力をいただいた遠洋資源部の諸兄，マグロ資源共同調査の一環として稚魚採集に御協力下さった水産試験場，水産高校の方々に厚く御礼申し上げる。また文献閲読について多大の便宜を与えられた Miami University, Marine Laboratory の J. K. Howard 博士，長崎大学道津喜衛氏，標本の描画，計測，図版の作製等に助力された所員中沢すみ子，渡辺久也，山崎夏子の諸氏に心から感謝の意を表する。

1. 仔 稚 魚 の 形 態

採集された標本のうちから，その成長過程を通じて比較的顕著な形態変化が認められる大きさの段階のもの7尾をえらび，それらを中心に仔稚魚の形態について記載する。記載標本の採集記録及び魚体各部の測定結果は第一表に示した。

標本 1. 全長 3.03mm（体長 2.9mm）

Fig. 1 Specimen No. 1, standard length 2.9 mm

この標本は，採集されたもののうちでは発生段階の最も初期のものであり，頭部の spination もほとんど発達していない。標本の状態は大体良好であるが，尾端が左右にやや屈曲し，腹部が少し膨出している。

体形：頭部はかなり大きく体長の約 $^1/_3$ を占め，肛門は体の約 $^2/_3$ ほどの位置に開口する。筋節は 25ケ算えられる。

---

* マカジキ仔稚魚と同定されたもの 38 尾，損傷，変形等を受けているため確定的でないが，同仔魚と推定されるもの 4尾。

第1表　記載標本の採集記録と魚体測定結果

Table 1. Data of capture and measurements for the specimens described and figured.

Specimen No.	1	2	3	4	5	6	7
Date	'58. XI－23	'53. V－5	'53. V－5	'53. V－5	'52. VIII－12	'52. V－21	'52. VI－25
Locality	18°－20′S 141°－35′W	19°－17′N 123°－02′E	19°－17′N 123°－02′E	19°－17′N 123°－02′E	30°－30′N 132°－23′E	24°－08′N 127°－58′E	26°－45′N 131°－17′E
Measurements in mm :							
Total length	3.03	3.23	ca. 5.4	9.0	11.6	ca. 20	ca. 24
Standard length	2.9	3.1	5.0	7.9	10.0	17.6	21.2
V. F. － A. F. *			1.5	2.3	ca. 2.6	5.1	ca. 6.0
Snout length	0.25	0.30	0.80	1.7	2.15	4.2	5.2
Dia. of orbit	0.40	0.47	0.89	1.30	1.60	2.2	2.3
Postorbital length	0.31	0.40	0.81	1.25	1.55	2.4	2.6
Upper jaw length	0.60	0.68	1.65	3.1	3.7	6.4	7.6
Lower jaw length	0.57	0.66	1.58	3.0	3.5	5.3	5.9
Head length	0.96	1.16	2.5	4.25	5.3	8.8	10.1
Head depth	0.80	0.88	ca. 1.5	2.1	2.3	3.2	3.5
Head width			1.2	1.8	ca. 2.0	2.8	3.0
Snout extension	0.03	0.02	0.07	0.1	0.2	1.1	1.7
Pterotic spine	0.1	0.31	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2
Preopercular spine	0.3	0.62	1.5	－	2.7	2.8	2.9
Body height :							
at ventral fin origin				ca. 1.8	－	3.2	ca. 3.5
at anal fin origin				ca. 1.3	ca. 1.2	2.3	ca. 2.4
Pectoral fin-ray length	0.45	0.4	ca. 0.7	1.2	1.5	2.6	3.2
Ventral fin-ray length	none	none	0.2	0.85	1.3	4.4	ca. 6.0
Dorsal fin-ray lengths :							
4th					1.0	2.3	2.7
10th					1.5	4.1	5.7
13th						4.0	5.7
15th						3.7	5.3
17th						3.3	4.8
20th						2.9	4.3
Anal fin-ray length					0.7	1.4	1.7
Counts :							
No. of pectoral fin rays						20	20
No. of anal fin rays						24	25
No. of dorsal fin rays						48	51

* The distance from the ventral fin origin to the anal fin origin

頭部の形態：同程度の発生段階にある他のカジキ類仔魚と同様に，吻は未だ伸長していないが，吻と眼との垂直的な相対位置の関係において，profile に相違がみとめられる。即ち，この標本では，他のカジキ類仔魚に比べて眼の位置が相対的に低く，魚体を横に正置した時（口を閉ぢた場合）に，吻端と眼の中心がほぼ同一水準にある点が特徴的である**。眼はかなり大きく，頭長の約4割に達する。Spination は未だほとんど発達していなくて，眼窩上縁，下顎下縁の鋸歯状突起（serration）はみとめられず，pterotic

** クロカジキ，バショウカジキ等では，眼の中心は明らかに吻端よりも高い位置にあり，眼の下縁が吻の先と大体同水準である。

spine, preopercular spine の伸長も極めて僅かである。歯は出現していない。鼻孔が眼の直前に一ケ円所として認められる。

鰭：膜鰭が軀幹部，尾部の背・腹側を一周し，更に肛門の前方にもみられる。将来尾柄部となる附近で，膜鰭は低くなっている。尾部棒状骨（urostyle）の下側（将来 hypural plate が形成されるあたり）の膜鰭は肥厚している。胸鰭は他の鰭より形成が早く，肥厚しているが，鰭条（ray）は未形成であり，形状も丸い。腹鰭はまだ発現していない。

色彩：黒色素胞は未発達で，頭頂部及び軀幹部背側，更に腹腔背面に散在し，また吻，顎部にも僅かに点在する程度である。尾部では，末端の urostyle の下側に（上側にも僅か）小黒点が排列している。

標本 2.*　全長 3.23mm（体長 3.1mm）

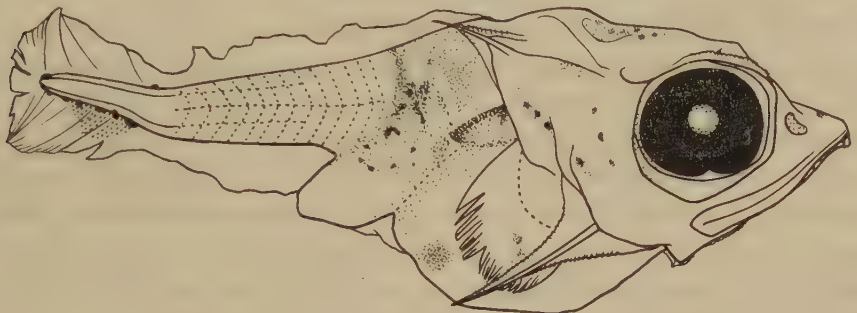


Fig. 2　Specimen No. 2, standard length 3.1 mm

この標本の状態は余り良くなく，左眼が損傷し，また腹部が膨出してやや変形している。

体形：標本1に比べて，頭部がやや大きくなっている。

頭部の形態：標本1とほぼ同様であり，profile において，吻の先と眼の中心がほぼ同一水準にあることが特徴的である。Spination はやや発達している。Pterotic, preopercular spine は若干伸長し，縁に serration が現れる。眼窩上縁は僅かに隆起し，下顎下縁とともに痕跡的な serration が認められる。微小な歯が2〜3ケ，上顎先端附近に出現している。

鰭：標本1と余り変っていないが，膜鰭が若干低くなっている。

色彩：黒色素胞の分布は，標本1に比べてやや進み，軀幹部の側面にも拡っている。

次に，図示はしないが，標本2と標本3の中間の体長 4mm 程度のものの形態について述べると，

先ず体形では，頭部が大きくなり体長の4割を越える。頭部の形態については，吻が僅かに伸長するが，profile は前の標本と同様である。上顎の先端部に犬歯状の歯が4〜5ケ生え，続いて円錐歯が6ケ位形成されている。前の標本に比べて spination は発達し，pterotic, main preoprcular spine ともに伸長し，また secondary preopercular spine も上，下側1ケづつ出現している。鰭は，背・腹の膜鰭が低くなり，肥厚している。腹鰭が出現する（痕跡的）。頭部及び軀幹部に拡る色素胞の分布はそれほど密でない。頭頂部には正中線をはさんで半円形の色素叢が左右に並んでいる。

---

* この標本は，前の標本1に比べて発生段階はそれほど進んでいないが，前の標本が南太平洋から採集されたものであるので，北太平洋から採集された発生初期段階の標本の代表としてこれをえらんだ。

標本 3.　全長約 5.4mm（体長 5.0mm）

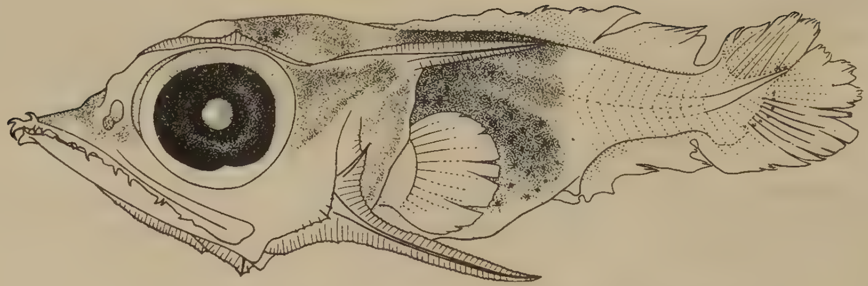


Fig. 3　Specimen No. 3, standard length 5.0 mm

体形 ：頭部は増大（体長の半に達す）し，肛門の位置は後退する。

頭部の形態：吻が若干伸長するが，頭部の profile にみられる特徴は前の標本と同様である。眼径は前の標本に比べて相対的に小さくなる（頭長の約 3.5割)。Spination は発達する。両 spine は伸長し，縁の serration が明瞭である。 Main preopercular spine は，体側に倒すと肛門附近に達する。眼窩上縁や下顎下縁の serration も明瞭となる。鼻孔は縦に長くなり，中がくびれて来る。両顎の先端部に fang teeth 数ケ，それに続いて 8 ケ位の円錐歯が並んでいる。 Palatine teeth は未だみとめられない。

鰭 ：膜鰭は，尾柄部の附近でほとんど分離しかけている。背鰭は，前部は低くまた肥厚して鰭条形成が間近い状態にあるが，後方はまだ膜鰭状である。臀鰭も鰭条は未形成（原基は形成されつつある）で，膜鰭が肛門の前方にも僅かに残存する。尾鰭では，urostyle が斜上方に伸び，hypural plate の形成が始まる。鰭条形成も間近い状態にある（hypural plate の後方では一部すでに始まっている)。腹鰭は短小で，芽状を呈している。胸鰭は肥厚し，上部では鰭条形成が始まっている。鰭の形状は未だ丸い。

色彩 ：軀幹部の背，側面における色素胞の分布は密になり，茶褐色を呈しているが，腹面には色素胞はほとんど分布せず，非常に淡色である。頭部の下面，尾部等には，まだ色素胞は発現していない。

次に，標本 3 と 4 の中間，体長 6〜7 mm の大きさのものの形態について（図示はしない）述べると，

体形については，頭部の割合が増大し（体長の約 55% に達する)，相対的に尾部の割合が減小（体長の 20% 前後）する。頭部の形態については，吻が伸長し，spination が著しく発達する *。眼窩上縁，下顎下縁の serration は顕著となり，また pterotic spine, main preopercular spine は伸長して，後者の場合体側に倒すと肛門のやや後方に達する。また upper secondary preopercular spine も 2 ケ出現する。歯は顎の先端部の犬歯状歯に続いて 10ケ 前後の円錐歯が並んでいる。微少な palatine teeth が出現する。鼻孔は 2 ケとなる。

鰭は，膜鰭が尾柄部で背，尾，腹側に完全に分離する。背鰭は，肛門附近より前方では鰭条の形成が進んでいるが，後方では原基が形成された程度である。臀鰭も肥厚し，原基が形成されているが，鰭条形成はあまり進んでいない。尾鰭の形成はかなり進んでいる。Hypural plate は形成過程にあり，また plate の後方の鰭条も形成中であり（上，下方では形成がおくれている)，鰭条には articulation も僅かにみとめられる。尾鰭の形状は截形に近くなる。腹鰭は僅かに伸長する。胸鰭では鰭条形成が進み（下方では未形成)，また上部の鰭条が伸長して胸鰭の形状が尖ってくる。体側の pigmentation pattern は，後方に延び，尾部の中ほどまで及ぶ。下顎の下面の先端部に近く，僅かに色素胞が発現している。鰭にはまだ色素胞の分布はみられない。

---

* この stage が，spination の最も発達した時期と考えられる。Spine は相対的に最も長い。

標本 4*.　全長 9.0mm（体長 7.9mm）

Fig. 4　Specimen No. 4, standard length 7.9 mm

体形：体長 6〜7mm のものと同様，頭部が大きく（体長の約 5.5 割），尾部の割合が小さい（体長の約 2 割)**。

頭部の形態：前の標本に比べて，吻は相当に伸長する（頭長の約 4 割）が，profile の特徴（吻端と眼の中心とがほぼ同一水準にある）は，この標本でも同様にみとめられる。Spination は非常に発達しているが，絶頂期を過ぎ退化に向う傾向が僅かながら認められる（pterotic spine の長さが，体長 6〜7mm のものに比べて相対的に少し短い)***。歯は体長 6〜7mm 程度のものにおけるよりも若干増え，顎先端部の犬歯状歯（数ケ）に続いて十数ケの円錐歯が多少列を乱して並んでいる。Palatine teeth （1 列）も明瞭である。また顎の内面表皮に，ごく微細な歯らしいものが点々と生じている。

鰭：背鰭の前部はやや高くなり始めている。鰭条の形成は，前部では進んでいるが，尾部ではおくれていて，最後部は未だ膜鰭状である。背鰭の基底に沿って sheath が形成されつつある。臀鰭も前部は特に肥厚し，鰭条の形成が始まっているが，後方ではおくれている。尾鰭の形成は進み，形も截形から僅かに叉状になりかけている。腹鰭はやや伸長し，腹腔長****の 4 割近くなる。腹鰭の収まる溝が形成され始めている。胸鰭は，上方の鰭条が伸長して，尖った形状を示している。鰭条は約 13ケ 数えられるが，下方の鰭条の形成はおくれ，まだ縁までは達していない。また最下部では鰭条はまだ形成されていない。

色彩：色素胞の分布は，spine，serration 等を除き，頭部，軀幹部の背，側面を密におおい，また尾部にも広く（尾柄部附近まで）拡っている。これらの部分は濃い茶褐色を呈している。腹面には色素胞の分布は著しく疎であり，淡色である。下顎の下面，先端部に近く色素胞の分布がみられる。鰭では，背鰭に少し pigmentation がみとめられる。

標本 5.　全長 11.6mm（体長 10.mm）

Fig. 5　Specimen No. 5, standard length 10.0 mm

---

* 尾部が右側に屈曲し，やや変形している。また preopercular spine が両側とも折損している。

** この標本及び前記の体長 6〜7mm のもの，即ち体長 6〜8mm の大きさの stage がその前後の大きさの stage に比べて，肛門が最も後位にある感じをうける。

*** Preopercular spine については，折損しているため不明であるが，同様な事情にあるものと推定される。

**** 腹鰭起部より臀鰭起部までの長さ（第 1 表V.F.−A.F. で示す）で表わす。

この標本は，胃内容の空虚なためと思われるが，腹部がこけていて非常に slender な感じを与える。

体形：頭部が大きく，体長の $^1/_2$ をやや越える位であるが，標本4と比べると，頭部の割合は減小，尾部の割合は増加の傾向がみられる。

頭部の形態：吻はかなり伸長しているが，上，下顎の差（snout extension）はまだ極めて小さい。眼径は頭長の約3割。Profile の感じは，前の標本と同様である。

Spination は明瞭であるが，すでに峠を越して，退化の傾向が明らかにみとめられる。眼窩上縁の隆起も低くなり，下顎下縁の serration の程度も小さくなる。Pterotic，preopercular spine の長さも相対的に減小する。歯の状態は，標本4におけるとほぼ同様である。下側の鼻孔には，上方の皮膚が垂下して庇を形成している。

鰭：各鰭とも形成が進んでいる。背鰭の形状は，鰭が閉ぢかけた状態で固定されているので詳細は不明であるが，扇状に高くなり，その高さは体高の半を越える程度と推定される。鰭条の形成は進んでいるが，後方では鰭条はまだ鰭の縁に達していない。最後部（将来第Ⅱ背鰭となると思われる辺り）では，基底部が肥厚し，鰭条形成が間近い状態にある。臀鰭においても鰭条の形成がかなり進んでいるが，対応する背鰭後方の部分と同様な形成状況を示している。臀鰭の最前部に膜鰭が僅かに残存している。尾鰭の形成は進み，hypural plate はほぼ完成，鰭条も萎縮軟条部を除きほとんど形成されている。尾鰭の形状もはっきり叉状となっているが，その程度はまだ小さい。腹鰭は相当に伸長し，腹腔長（前出）の約半に達する。腹鰭の第Ⅰ鰭条と第Ⅲ鰭条の長さは大体1：2である。腹溝（腹鰭の収まる）が腹面の全長にわたり形成されている。胸鰭の形成は進み，鰭条は 17 ケ算えられるが，下方の鰭条形成はおくれている。

色彩：体側の色素胞分布は尾柄部に及び，無色部は僅かとなる。Spine，serration，眼窩前縁，鰓膜（branchiostegal membrane），峡部（isthmus），両顎の縁の部分，等が無色部として残る程度である。鰭では，背鰭における pigmentation が拡大している。

標本 6.　全長約 20mm（体長 17.6 mm）

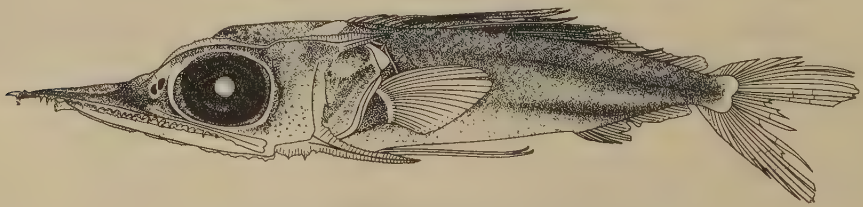


Fig. 6　Specimen No. 6, standard length 17.6 mm

体形：標本5に比べて，頭部の割合が減少（頭長は体長の約 $^1/_2$），軀幹部が若干長くなる。

頭部の形態：吻が更に伸長し， snout extension がやや増加する。眼径は頭長の約 $^1/_4$ を示す。前の標本に比べて眼の位置がやや高位になるが，前述した profile の特徴は，この標本においても明瞭にみとめられる。Spination の退化傾向は明らかである。Pterotic，preopercular spine の伸長はほとんど停り，前の標本に比べて spine は相対的にかなり短くなる。眼窩上縁，下顎下縁の serration も目立たなくなる。歯は上，下顎とも増加するが，下顎の方が上顎に比べて密生している。Supracravicle の上端附近に，微小な小突起が2ケみとめられる。

鰭：鰭条の形成は進み，各鰭とも鰭条数はほぼ定数に達する。背鰭は，前の標本と同様閉ぢかけたまま固定されているので，形状の詳細は不明であるが，鰭は帆状に高くほぼ体高を越える程度かと推察される。鰭条数は 48ケ（内，将来第Ⅱ背鰭を形成すると思われる鰭条が6ケ）と算定される。背鰭の全基底にわたって sheath が形成されている。臀鰭も全鰭条が形成され（後方のものは鰭条の先がまだ縁に達しない），

24ケ算えられる。このうち最後部の6ケは，将来第II臀鰭を形成する鰭条と推定される*，臀鰭最前部の膜鰭は消失している。尾鰭もほぼ全鰭条が形成され，叉状の形が明瞭となる。腹鰭は非常に伸長し，腹腔長の85% に達する。胸鰭も伸長する。鰭条は 20ケ 数えられる。

色彩：標本5と大体同様であるが，体側の無色部は，尾部末端に僅かに残るのみとなる，背鰭の pigmentation は進み，最前部及び後部を除きほぼ全体に茶褐色の色素胞が散布しているが，特に濃色の部分が4ケ所，縞状斑紋としてみとめられる。その他の鰭は無色である。

標本 7. 全長約 24mm（体長 21.2mm）

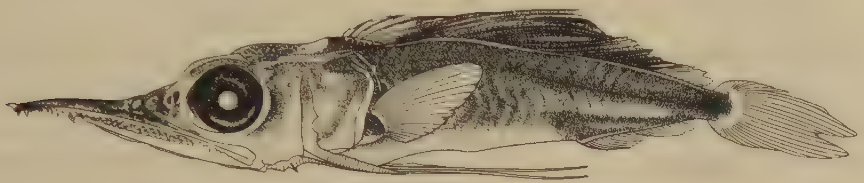


Fig. 7 Specimen No. 7, standard length 21.2 mm

この標本は，体が左右に扁平し，腹部が少し凹み，鰭なども変形しており，余り良好な標本の状態ではない。

体形：標本6に比べて，頭部の割合はやや減少し，躯幹部の割合は少し増加，即ちやや胴長となる。

頭部の形態：吻の伸長は顕著であり， snout extension も上顎長の2割を越える。前の標本と，吻長の点では相違するが，しかし profile の感じはよく似ている。Pterotic spine, preopercular spine は前の標本より相対的に短く，それぞれ頭長の約 12%，28% 程度になり**， また spine の縁や眼窩上縁，下顎下縁の serration は鈍化し，頭部の spination の退化傾向は進んでいるが，この標本では scaling の徴候も認められる。微細な，棘状鱗と推定されるものが，眼後部，鰓蓋骨上，体側表面等に出現している。両顎の歯数は増加し，下顎では叢生の状態を示しているが，上顎の特に下顎先端より先の部分の歯は小さく，また生え方も疎である。鼻孔の下側のもののやや前方（眼窩前縁の延長）に，小さな孔が一ケみとめられる。Supracravicle の上端附近に小突起が2ケみられる。

鰭：背鰭は閉ちかけているが，体高を優に越えて帆状に高い形状と推定される。背鰭は終まで一連で未だ二基に分離していないが，最後部の鰭条（6ケ）は，その前方のものより太く，第II背鰭分化の傾向がうかがわれる。鰭条数は 45＋6 ケと算定された。臀鰭においても，背鰭におけると同様に，第II臀鰭分化の傾向がみられる。鰭条数は 19＋6 ケ数えられる。臀鰭の全基底にわたって sheath が形成されている。尾鰭はこの標本では閉ちているため形状が明らかでないが，やはり標本6のように，はっきり叉状を呈しているとみとめられる。腹鰭の伸長は著しく，腹腔長とほぼ同長になる。第II鰭条と第III鰭条間に鰭膜が発達している。胸鰭も伸長し，形状はいよいよ尖って来る。鰭条数は 20ケ と算定される。

色彩：標本6とほぼ同様であるが，腹面の pigmentation がやや進み，峡部（isthmus）にも色素胞が発現している。

---

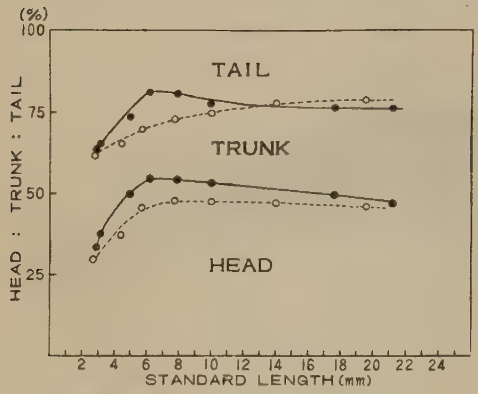
* 背鰭の場合と同様であるが，鰭条の太さが，その前の将来第I臀鰭（或いは背鰭）を形成すると思われるものと異り，より太い。

** Spination が最も顕著な時期である体長 7mm 前後のものでは，両 spine とも，この値の約 2.5倍を示している。

以上，全長 3 mm〜24mm に及ぶ種々の成長段階にある仔稚魚標本の形態について述べて来たが，これらの成長に伴う形態変化の過程を要約すると，以下の如くである。

仔稚魚期形態の発達過程の要約

体形の変化：体形は，仔稚魚期を通じて成長とともに変って行くが，その状態を頭部（Head）：軀幹部（Trunk）：尾部（Tail）の割合＊（proportion）の変化として表わすと第8図のようになる＊＊。対照のためクロカジキ仔稚魚についても同図に示した。



第8図　頭部：軀幹部：尾部の割合（%）の成長に伴う変化

黒丸，未査定標本；白丸，クロカジキ

Fig. 8. % of body proportion (head : trunk : tail) in relation to standard length. Black dots represent study specimens ; circles, black marlin (*Eumakaira nigra*) larvae.

この図から，前記の仔稚魚の体形は，成長に伴い変化するが，大凡体長 7mm 附近が大きな変化期となっていることが推定される。即ち，発生後体長 7mm 程度に達するまでは頭部の割合が急増するが，体長がこれより大きくなると漸減する。軀幹部の割合にはそれほど大きな変化はないが，尾部の割合は頭部の場合と逆の変化を辿る傾向がうかがわれる。この魚体各部の成長に伴う proportion の変化をクロカジキ仔稚魚のそれと比較すると，これらの標本では，頭部の割合が大きいことと共に，頭部＋軀幹部の割合が特に体長6〜7mm 前後のものについて，クロカジキに比べて相当に大きい点が注目される＊＊＊。またこの 6〜7mm程度の大きさになると，吻の伸長がはっきり現われる。

鰭の形成：発生初期段階では，鰭は未分化で，体の背・尾・腹側を一周して膜状であるが，体長 7mm 位に達すると，鰭は膜鰭状態を脱して背，尾，臀鰭にはっきり分化し，胸鰭を含めて各鰭に鰭条の形成がみられる。成長とともに鰭条の形成は進み，体長20mm前後で，各鰭の鰭条数は定数に達する。腹鰭は体長 4mm 程度で発現し，成長に伴い伸長するが，その体長に対する相対成長曲線において，（第10図参照），体長 7mm 附近が成長屈折期となっていることが窺われる（体長 7mm 位までは腹鰭の伸びは緩慢であり，以降は急増する）。

頭部の spination の状況：発生初期のものでは spination はほとんど認められないが，成長と共に急速に発達し，体長 7mm 程度のものにおいて spination は相対的に最も顕著となる。更に体長が大きくなると，pterotic spine や preopercular spine の伸びは小さくなり＊＊＊＊，眼窩上縁や下顎下縁の鋸歯状突起（serration）とともに退化の過程を辿る。

Pigmentation pattern は，体長 7〜8mm に達するものでは，鰭を除いて体表の大部分をおおうようになり，またこの時期以後，背鰭の pigmentation が進む。

＊ 全長でなく標準体長（standard length）を100とする。

＊＊ 例数が少いので曲線の形状については更に吟味を要すると思われるが，大凡の傾向は，この図に代表されているものと考えられる。

＊＊＊ このことを反映して，体長 6〜7mm 前後の大きさのものでは，クロカジキに比べてこれらの標本の方が，肛門が非常に後位にある感じをうける。

＊＊＊＊ 体長 10mm 前後で，spine の伸びはほとんど停止するようである。

もとより形態の発達（変化）は連続的なものであるが，上に述べたように，ほぼ体長7mm程度を境にして各形質についてかなり段階的な変化が認められるので，体長 20mm 程度以下の稚魚について，体長約7mm を境にこれを二つの成長期（developmental stage）に分けることが出来るように考えられる。

Gehringer[2] は，大西洋のバショウカジキ（*Istiophorus americanus*）の稚魚期（体長 100mm 以下のもの）について，developmental stage を体長 7mm以下，7〜20mm，20〜100mm と三つのカテゴリーに分け，それぞれ “early larval”，“midlarval”，“late larval” としているが，前述の developmental stage も，この “early larval”，“midlarval” stage によく対応している。

2. 仔 稚 魚 の 同 定

前項に記載した仔稚魚は，形態特に頭部の形状（profile の特徴）に注目して，同一グループに属すると判断されるものを，成長の過程に従って記述したものである。このグループは，頭部の spination，鰭の形成，pigmentation 等の状況において，他の既知のカジキ類仔稚魚と大凡同様なものであるが，外形（特に頭部の形態）において，既知の或る種類のものとは顕著に異り，また他の種類の仔稚魚とはかなりよく似ている。即ち，このグループでは吻の伸長が顕著であるが，これはクロカジキ及びシロカジキの仔稚魚と明瞭に相違する点であり，またバショウカジキとはこの点においてよく似ている。しかし前記の profile の特徴（吻端と眼との水平位置の関係について，このグループでは両者がほぼ同一水準にあるのに対して，バショウカジキでは明らかに眼が高位にある）において，このグループはまたバショウカジキとも異っている。

印度，太平洋海域に分布するカジキ類については，マカジキ striped marlin（*Makaira mitsukurii*）とフウライカジキ shortnosed spearfish（*Tetrapturus angustirostris*）の仔稚魚期が未だ知られていないが，このグループ（以下 M type グループと仮称する）がその何れであるか，或いはまた既知のカジキ類仔稚魚に属するものか，以下この M type グループの同定を行う。

先ずカジキ類の有効な査定形質である脊椎骨数（vertebral formula）について検討する。M type グループ標本の代表として，化骨の進んだと思われる標本 7 について透視撮影（soft X-ray による）によって調べたところ，vertebral formula は 12+12式 であることが認められた。

このことから，M type グループがクロカジキ或いはシロカジキであることは否定される*[3),9)]。即ち，このグループは，vertebral formula からは，フウライカジキ，バショウカジキ，マカジキの何れかに属することになる。

次に背鰭の鰭条数について検討する。

背鰭鰭条数は，上記三者間において，マカジキが最も少く，バショウカジキ，フウライカジキの順に多く

第2表　第一背鰭鰭条数の比較（フウライカジキ，バショウカジキ，マカジキ）

Table 2. Frequency of occurrence of the Ist Dorsal fin ray counts by species.

Species	examined	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	range
Shortnosed spearfish	11										3		5	2	1	46〜50
Sailfish	5						1		1	1	1	1				42〜47
Striped marlin	90	3	5	8	25	19	13	15	2							37〜44

* クロカジキ及びシロカジキの vertebral formula は，11+13。

第2表のような定数範囲を示している*[13]。バショウカジキの定数範囲は，マカジキ，フウライカジキの定数範囲とそれぞれ重複するが，マカジキとフウライカジキの間では，鰭条数 45ケ（第I背鰭）を境にマカジキではそれ以下，フウライカジキではそれ以上と，両者の定数範囲はほとんど重複しないものと推定されるので，この性質が査定形質として利用出来ると考えられる。

さて，M type グループの背鰭鰭条数についてみると，これが定数に達したと考えられる標本6，7では，それぞれ 42+(6)，45+(6)，またこの他に標本6とほぼ同大のもの2尾について調べた結果 44+(6)，44+(−)** という値が得られた***。仔稚魚期から成魚期への成長の過程において，第I背鰭の最後部の鰭条が退化して鰭条数が1〜2ケ減少することを考慮すると，この算定結果は M type グループ（成魚）の第I背鰭鰭条数が 44ケ 以下の値であることを示している。

以上の点から，M type グループがフウライカジキ *Tetrapturus angustirostris* の仔稚魚である可能性は，非常に少いと判断される。

M type グループがフウライカジキの仔稚魚でないとすれば，バショウカジキ或いはマカジキの何れかに属することになるが，この項のはじめに述べたように，頭部の profile における相違から，M type グループはバショウカジキの仔稚魚ではないと考えられる。この profile の特徴については，それがかなり微妙なものでもあることから，或いはこの特徴が個体変異によるものであるか否か（即ち M type がバショウカジキである可能性）というような疑問も一応持たれるが，しかし註記したような事情**** から，この特徴は，確かに M type グループに個有（characteristic）なものであると判断されるので，以下この形質を手がかりにして，M type グループが，残された一つ即ちマカジキ *Makaira mitsukurii* の仔稚魚に同定されるものかどうか検討を進める。

この場合，当然，順序として先ずマカジキの幼魚（young）についてこの形質が trace されるか否か調べるべきであるが，マカジキの体長***** 90cm 程度より小さい魚体については，現在資料を欠いているため検討することが出来ない。そこでそれ以上の大きさの魚体（未成魚，成魚）について調べた結果，この形質即ち吻端と眼との水平位置の関係は，マカジキでは他のカジキ類の場合****** と異って，特徴的であることが認められた。即ち，後者では，明らかに眼は吻端よりかなり高位にあるが，マカジキでは，吻が下方への彎曲少く前方に straight に伸び，眼は吻端より僅かに高位置か，或いは両者がほぼ同一水準（少くとも体長******* 140cm 程度以下の未成魚においては）にあることがみとめられる。（図版参照）。

M type グループに個有なものとしてみとめられた profile の特徴が，上述の如く，またマカジキについても同様に typical なものと認められることは，幼魚期の資料を欠くが，M type グループがマカジキに trace されることを示しているものと考えられる。前述の第I背鰭鰭条数についてもまた M type グループがマカジキの仔稚魚として妥当な値を示している。

以上の検討結果から，筆者は，M type グループをマカジキ *Makaira mitsukurii*（JORDAN et SNYDER）

---

* この値は，成魚（未成魚も若干含む）について算定したものである。なお，中村（1938）[8] の調査結果もこれとほぼ同様な値を示している。

** 破損のため算定不能。

*** （ ）内の数字は，第II背鰭（まだ第I背鰭と分離していないが）と推定される部分の鰭条数。

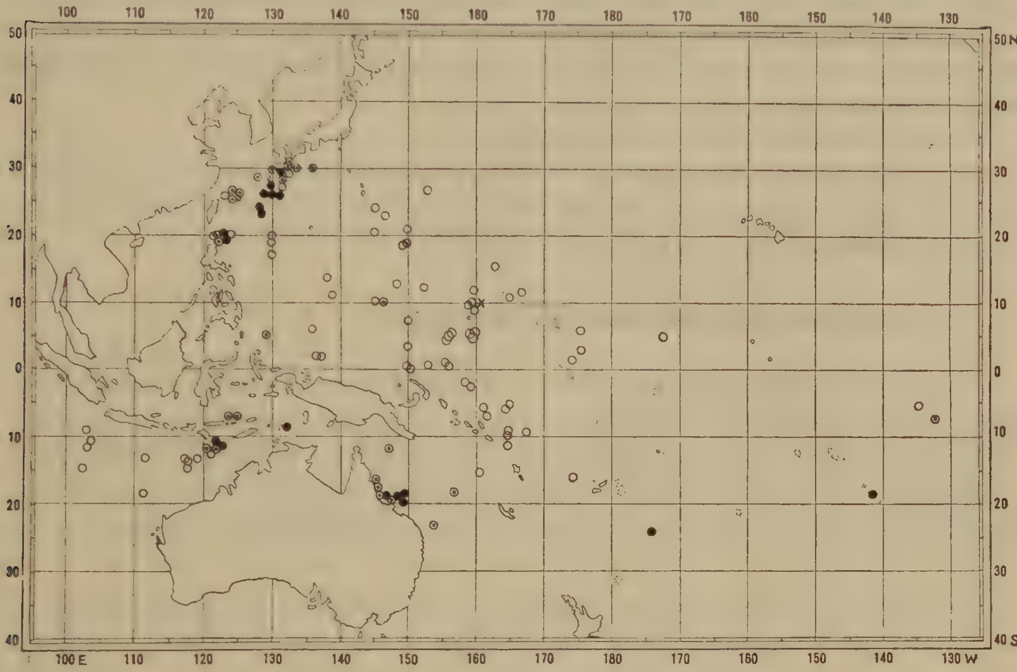
**** Profile の特徴が，若し個体変異に基くものとすれば，バショウカジキ及び M type グループの標本の中に，極めてバショウカジキ的なものから typical に M type 的なものに及ぶ種々なる段階のものがみられしかも中間的なものが最も多く存在して当然であるが，このようなことはなく，実際は，バショウカジキか M type かの判定が困難なものはむしろ非常に僅かであり，ほとんどのものははっきり両者の type に区別される。

*****，******* 体長は眼窩後縁から尾叉端までの長さを示す。

****** シロカジキについてはまだ充分に検討していない。

の仔稚魚と査定する。なお，この査定結果の確証のために，更に仔稚魚の出現状況（分布）といった生態的な面についても，若干の検討を行ってみた。

第9図に， M type グループの出現状況を示す。なおこれとの対照のため，他のカジキ類仔稚魚の採集位置も同図に plot した。



第9図　カジキ類仔稚魚採集点

黒丸，M type グループ；中黒丸，バショウカジキ；白丸，クロカジキ；×印，シロカジキ

Fig. 9. Areas of capture of larval istiophorids. Black dots represent study specimens ; circled dots, sailfish ; circles, black marlin (*Eumakaira nigra*) ; X, white marlin (*Marlina marlina*)

M type グループ仔稚魚は広範な海域から出現し，バンダ・フロレス海，小スンダ列島沿海にも仔稚魚の分布がみられるが，太平洋方面における出現状況に，下記のような特徴的（赤道をはさんで両半球に対応的）な性格がみとめられる。

北太平洋では北緯 20° 前後から 30° 附近の海域に，南太平洋では南緯 20° 前後の海域に仔稚魚は出現しているが，赤道海域を中心とした南北凡そ 30° 以上に及ぶ低緯度海域からは仔稚魚の出現を全くみていない*。

仔稚魚の採集された時期は，北太平洋では5〜8月，南太平洋では 10〜1月であり，仔稚魚の出現の季節はこの時期を中心としたものであることが推察される。

さて，北太平洋に分布するマカジキと，南太平洋のそれとは，形態** や分布の状況***，産卵生態等か

---

* 低緯度海域からはクロカジキ仔稚魚の出現が支配的であるが，バショウカジキ，シロカジキの仔稚魚も僅かに出現している。

** 胸鰭の長さが，南太平洋のマカジキの方が北太平洋のものより2割方長い。また前者の方が魚体が大きい。

*** 赤道海域（大凡 10°N〜10°S）には，マカジキの分布は甚だ稀薄であり，この空白地帯をへだてて両者が分布する。

ら，現在両者は明らかに別箇な集団であると考えられているが，[5),17)] その産卵生態（生殖腺の成熟状況から推定される）について略述すると，北太平洋のマカジキは，5〜6月を盛期として大凡北緯 20°〜30° の海域で，また南太平洋のマカジキでは南緯 20° 前後の海域で，（北太平洋のマカジキとは phase が約半年ずれて）11〜12月を盛期として，産卵が行われるものと推定されている[5),10),14)]。

前述した M type グループの出現状況において，出現の海域，時期が，この南，北太平洋のマカジキにおける推定産卵水域，時期に一致し，また両マカジキ群の分布の空白地帯とされている低緯度海域からは仔稚魚が出現していないということは，M type グループがマカジキの仔稚魚であるという想定を明瞭に裏書きするものと考えられる。

即ち，前述の査定結果は，妥当なものであると判断される。

従って，北太平洋海域に出現する仔稚魚は北太平洋の，南太平洋で得られた仔稚魚は南太平洋のマカジキの，またバンダ・フロレス海，小スンダ列島沿海方面に分布するものは濠印諸島海域から印度洋に分布するマカジキ（striped marlin）の，それぞれ仔稚魚であると判定される。

3．マカジキ仔稚魚の形態，生態に関聯した二，三の問題について

(1) マカジキの仔稚魚期が同定されたが，今後マカジキの幼魚期のものが得られたら，その形態について検討し，同定の結果を確証したい。バショウカジキと異り，マカジキでは仔稚魚の背鰭の形状は成魚のそれと著しく相違しており，このことから背鰭は成長に伴い顕著な形態変化を行うことが推察されるが，幼魚期の資料が得られたら，マカジキの全成長過程を通じてこれを trace 出来ることが期待される*。またこの背鰭の形状は，マカジキとバショウカジキの幼魚期を判別する一つの有効な査定基準となり得るように考えられる。

(2) バショウカジキとマカジキの仔稚魚の識別が困難なことから，査定を誤る可能性が考えられるが，今までバショウカジキとして報告されているものの中に，或いはこのような例かと考えられるものが若干みられる。

Gehringer[2)] は，アメリカ南部の大西洋岸及びメキシコ湾で採集されたバショウカジキ Atlantic sailfish（*Istiophorus americanus*）の仔・稚魚，幼魚の形態について詳細に報告しているが，その論文中に図示し記載してある標本の中に，形態が本報告で扱ったマカジキ（*Makaira mitsukurii*）の仔・稚魚によく似たものが，下記のように若干見出された。

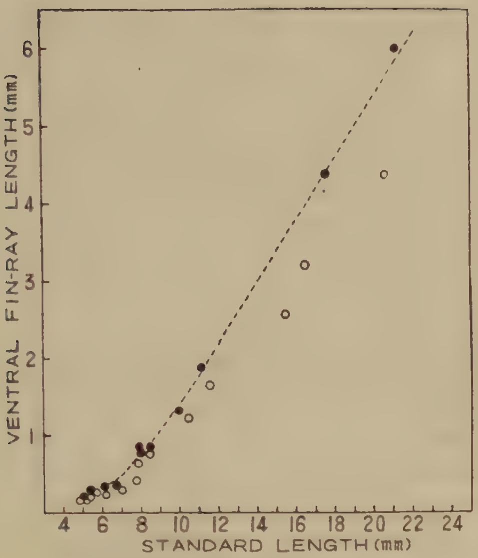
体形が小さいためはっきり同定は出来ないが一応 sailfish larva か，として示されている体長 6.4mm 標本（USNM 111814）——(145 Page, Fig. 6)——は，その外形特に頭部の形態がマカジキの仔魚のそれに酷似しており，sailfish larva であるとは考え難い。また sailfish larva として示されている体長 14.6mm の標本——(146 Page, Fig. 10)——，同じく体長 38.8mm の標本——(148 Page, Fig. 14)——が，やはり頭部の形態がマカジキの稚魚によく似ており，また特に後者では背鰭の形状も所謂バショウカジキ型と相違した点もあり，これらについても sailfish larva として疑問が持たれる。恐らく，印度・太平洋に分布するマカジキ striped marlin（*Makaira mitsukurii*）に近縁な種類のものの仔稚魚ではないかと考えられる。

(3) マカジキとバショウカジキとの仔稚魚期の判別基準としては，現在，頭部の形態（profile の特徴）がほとんど唯一の有効な形質であるが，この他に腹鰭長，眼の大きさ，頭長等の形質も判別の補助手段として用い得るように考えられる。腹鰭長は，第10図に示したように，マカジキの方がバショウカジキより若干長い傾向がみとめられる**。体長 10mm 程度より以下のものではその差が僅少であるが，12mm 程度以

---

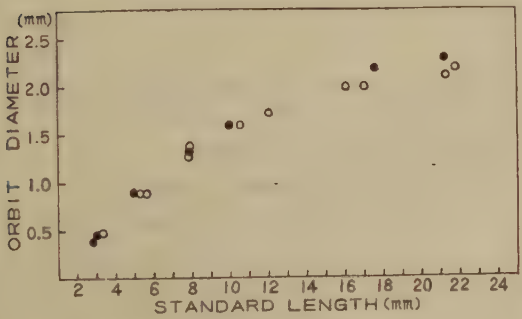
* 未成魚期から成魚期にかけての背鰭の形状変化の状況については知られている[14)]。

** 腹鰭長は，クロカジキ>マカジキ>バショウカジキの傾向がみられる[12)]。



第10図　腹鰭長の相対成長
黒丸，マカジキ；白丸，バショウカジキ

Fig. 10 Relation between ventral fin length and standard length. Black dots represent study specimens; circles, sailfish larva specimens.



第11図　眼窩長と体長との関係
黒丸，マカジキ；白丸，バショウカジキ

Fig. 11 Relation between orbit diameter and standard length. Black dots represent study specimens; circles, sailfish larva specimens.

上のものでは，両者で明らかな差異があるものと判断される。眼の大きさについては，第11図に示したように，体長 15mm 程度以上のものでは両者で異り，マカジキの方がやや大きい傾向がうかがわれる。頭長についても，体長4～8mm程度のものではマカジキの方がバショウカジキよりも若干大きい（吻長には差がみられない）。なお背鰭の形状も判別基準になり得るのではないかと考えられる*。

マカジキとクロカジキとは，吻長の差で容易に識別されるが，吻が伸長する以前の時期，即ち体長 5mm 程度以下のものでは，両者は似ていて識別はやや困難である。この場合，やはり前記の profile の特徴が判別基準となる**。

(4) 仔稚魚の出現状況（前項で M type グループのそれとして述べた）から，印度・太平洋海域に分布するマカジキの産卵について，北太平洋のマカジキは，5～8月を中心としてほぼ 20°～30°N の海域で，又南太平洋のマカジキは，これと約半年のずれを持って 10～1月を中心に 20°S 前後の海域で，それぞれ産卵するものと推定されまた印度洋のマカジキの産卵期，産卵海域等については現在ほとんど分っていないが，少くともバンダ・フロレス海域，チモール島沿海域では1～2月の候産卵が行われていることが推定される。

なお，北太平洋西辺部における仔稚魚の出現状況に，バショウカジキ仔稚魚のそれとの関連において興味ある事象が認められたので以下に記す。

第12図は，前の第9図の一部，日本本土から台湾にいたる水域を拡大して，その水域におけるマカジキとバショウカジキ仔稚魚の出現状況を更に詳しく示したものである***。

この図に明らかなように，両者の分布は地域的に判然と分れ，バショウカジキ仔稚魚の分布は黒

---

* 背鰭が損傷したり，また閉じたまま固定されたりしていて，良好な標本がないので，未だこの点について充分確めることが出来ない。

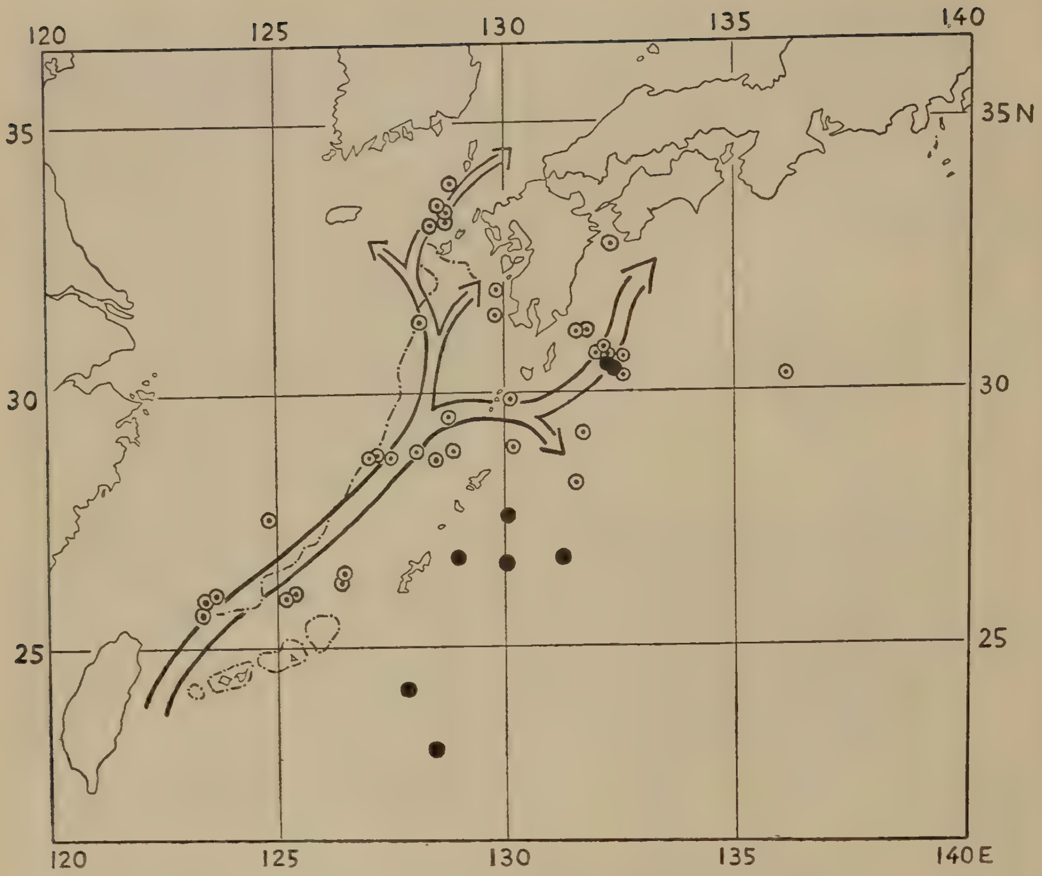
** マカジキでは吻端と眼の中心がほぼ同一水準にあるが，クロカジキでは，バショウカジキと同様，眼が高位にある。（仔稚魚の形態の項の欄外註参照）。

*** バショウカジキについては，下記の報告中の資料も加えた。

対馬暖流開発調査資料，第4号，（1956・7月～1957・6月）鹿児島大学水産学部

同　　上　　　，（1953～1957）. II. 福岡県水試

同　　調査報告書，（1953～1956）. II. 鹿児島県水試



第12図　マカジキとバショ ウカジキ仔稚魚の出現状況（西太平洋海域）

黒丸，マカジキ；中黒丸，バショ ウカジキ；矢印，黒潮海流；鎖線，百尋線

Fig. 12. Showing the occurrence of the larvae of both striped marlin and sailfish in the western Pacific. Striped marlin are indicated by black dots, sailfish by circled dots, the Kuroshiwo-current by arrows, and the 100-fathom curve by chain line.

潮海流域に dominant であり*，マカジキの仔稚魚はほとんど，黒潮流の外域から出現している点が注目される。このような状況から，マカジキの初期生活史の場として，黒潮海流が，バショ ウカジキの場合** と異り，それほど重要な意味を持たないことが推察される。台湾，沖縄東海より更に東方の海域におけるマカジキ仔稚魚の分布状況については，充分な調査が行われていないため不明であるが，現在までに得られた北太平洋マカジキ群に関する種々の生態的知見[10) 14) 15),16) 17)] から，北赤道流と黒潮海流に囲まれた広範な亜熱帯海域が，北太平洋マカジキの初期生活史の場として考えられる。前述したように，マカジキの幼魚期（young stage）については未だ全く知られていないが，仔稚魚期から幼魚期へ，更に未成魚期へと，成育に伴う分布，回游の生態について今後研究を進めて行きたい。

---

* バショ ウカジキの仔稚魚が黒潮流域に多いことは，すでに矢部[20)]，により指摘されている。

** 仔稚魚が黒潮流域に多いことと共に，幼魚も，黒潮海流の影響の及ぶ日本沿海に周く分布することは，バショ ウカジキの初期生活史の場として，黒潮海流が重要な意味を持つものであることが考えられる。

参　考　文　献

1. Beebe, W. 1941 : A study of young sailfish (*Istiophorus*). Zoologica, N. Y. **26** (20) : pp. 209-227.
2. Gehringer J. W. 1956: Observations on the development of the Atlantic sailfish *Istiophorus americanus* (CUVIER) with notes on an unidentified species of Istiophorid. Fishery Bull. 110, Vol. 57, 33 pp, 40 figs, U. S. Fish and Wildlife Service.
3. Hirasaka, K. & H. Nakamura 1947: On the Formosan Spear-Fishes. Bull. Oceanogr. Inst. Taiwan, (3), pp. 9-24, pls. 1-3.
4. Howard, J. K. 1959: Contribution to the determination of the valid scientific name for the rigid-pectoraled marlin of the Pacific. Spe. Ser. Bull. No. 15, Program for Research of Istiophoridae, Mar. Lab., Univ. of Miami.
5. 上村忠夫，本間操 1958：太平洋南北両半球の所謂マカジキの資源的関連についての研究——I，II．南海区水研報告（８），pp. 1〜21, Figs. 12.
6. LaMonte, F. R. 1955: A review and revision of the Marlins, genus *Makaira*. Bull. Ameri. Mus. Nat. Hist., Vol. 107, art. 3, pp. 323-358, pls. 9.
7. LaMonte, F. R. 1958 : On the biology of the Atlantic marlins, *Makaira ampla* (Poey) and *Makaira albida* (Poey). Bull. Ameri. Mus. Nat. Hist., Vol. 114, art 5, pp. 381-395, figs 8, pls. 8.
8. 中村広司 1938 ：台湾近海産旗魚類調査報告，台湾水試，（10），34 pp., pls.15.
9. ——— 1949 ：マグロ類とその漁業，竹内書房
10. ———，藪田洋一，上柳昭治 1953 ：カジキ科魚類の産卵期と性比，南海区水研業績集（１），8 pp, 12 Figs.
11. Royce, W. F. 1957: Observations on the Spearfishes of the Central Pacific. Fishery Bull. 124. Vol. 57, pp. 58, figs. 27, U. S. Fish and Wildlife Service.
12. 上柳昭治，矢部博 1959：クロカジキ（*Eumakaira nigra* NAKAMURA）の仔稚魚，南海区水研報告（10），pp. 151〜169, Figs. 18, pl. 1.
13. 上柳昭治 1957 ：クロカジキ（*Eumakaira nigra* NAKAMURA）の若魚，南海区水研報告（６），pp. 91〜102, Figs. 5, pls. 3.
14. ——— 1957 ：コカジキ *Kajikia formosana* (Hirasaka et Nakamura) について，南海区水研報告（６），pp. 107〜112, Figs. 7, pl. 1.
15. ——— 1954 ：マカジキの漁況と魚体組成にみられる年変動，日水誌 **19**，(11)，pp. 1100〜1108, Figs. 12.
16. ——— 1954 ：マグロ延縄漁業平年漁況図，昭和27年版，（南海区水研編輯）マカジキ篇
17. ——— 1959 ：同上（昭和33年版），本文，マカジキ，pp.235〜244.
18. Ueyanagi, S. & H. Yabe. in press: On the larva possibly referable to *Marlina marlina* (Jordan & Hill).
19. Voss, G. L. 1953: A contribution to the life history and biology of the sailfish, *Istiophorus americanus* Cuv. and Val., in Florida waters. Bull. Mar. Sci., Gulf and Caribbean, **4** (3), pp. 206-240. Figs. 1-6.
20. 矢部　博 1953 ：南西海域で採集されたバショウカジキ *Istiophorus orientalis* (T. & S.) の仔魚に就て，南海区水研業績集，（１），10 pp., 6 Figs.

Plate

I Makajiki, striped marlin, *Makaira mitsukurii* (J. & S.).

upper……Immature, body length 102 cm.

(body length is the distance from the posterior margin of the orbit to the tip of the center rays of the tail)

middle……Head of the same specimen.

lower …… Adult. (from the H. Nakamura's Report [8])

II Adult marlins, continued.

Top to bottom, Bashō-kajiki (*Istiophorus orientalis*), Kuro-kajiki (*Eumakaira nigra*), Shiro-kajiki (*Marlina marlina*), Fūrai-kajiki (*Tetrapturus angustirostris*).

(from the H. Nakamura's Report [8])

Plate I

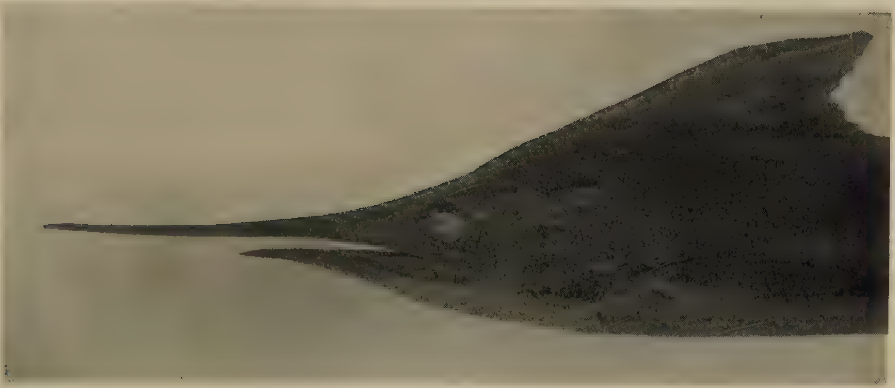


Plate II

インド洋におけるマグロ漁場の海洋学的研究

I. 冬季における海況の概要とマグロ類の分布*

山　中　　一・安　楽　　昇

（南海区水産研究所）

Oceanographic Studies on the Fishing Grounds of Tunas in the Indian Ocean

I. General Oceanographic Conditions in Relevant to the Distribution of Tunas in Winter Season

Hajime YAMANAKA • Noboru ANRAKU

(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

Abstract

After 1953, as the tuna longline fishery in the Indian Ocean become active, considerable numbers of oceanographical observation data have been obtained from this region by the investigation vessels of the federal and teritorial governments. Therefore, the authors are studying the relationship between oceanographic conditions and fishing conditions in this region.

In this first report, general oceanographic conditions in winter was studied in connection with the distribution of tunas. The data were obtained during 1953 to 1959 by the investigation vessels of federal and teritorial governments and also the training vessels of fisheries colleges and highschools. In addition, the data of Dana expedition (1929-1930) was used.

As the results the following informations were obtained:

1) From the vertical distribution of tempearture and chlorinity,

a) Upwelling can be seen in the waters adjacent to equator.

b) It is suggested that a boundary of the South Equatorial Current and the Equatorial Counter Current exists around 8°S.

2) From the horizontal distribution of temperature and chlorinity,

a) At the 100m layer, the waters which have low temperature and low chlorinity spred from east to west around 8°−10°S, and it corresponds to the boundary (divergence) mentioned above.

---

* 南海区水産研究所業績　第148号

昭和35年10月日本水産学会中国四国支部大会にて要旨講演

b) General distribution of temperature and chlorinity at the layer of 200m and 300m resemble in each other, and they agree fairly well with the distribution of currents.

3) Water mass in this region can be divided into four main classes, and nine sub-classes in total.

4) Center of the distributions of albacore and yellow-fin are separated by the currents.

5) Still more, it can be said that center of the distribution of albacore, yellow-fin and southern-bluefin (?) are separated by the areas of the distribution of each water masses.

ま え が き

過去においてインド洋では，DANA号，SNELLIUS号，JOHN MURRAY号，PLANET号，DISCOVERY号等による海洋観測が行われたが，観測海域が偏っていたり，観測間隔が広すぎたりして，未だ充分に海況を明らかにするに至らなかった。

1953年以降，インド洋におけるマグロ延縄漁業が本格化するにつれて，各官公庁所属の調査船によるこの海域の海洋調査も次第に行われるようになった。なかんずく，隻数の多い地方公庁船の調査回数はかなり多く，1957年以降，地方公庁船によるマグロ資源研究体制の組織化が進むと共に，これ等の観測資料は直接当水研宛送られて来るようになった。又，マグロ類の漁況に関しては，漁船資料に基いて三村[1)]，中村[2)] 等によって研究が進められており，海流図に示される各海流系とマグロ類の漁場との間に，密接な関連のあることが報告されている。

地方公庁船はマグロ類の漁況調査を主目的としている為に，これ等の観測資料は，1)．海域的に又時期的にみても，観測網が不統一である。2)．観測深度*1 が浅い。3)．観測精度の低いものがある。等の欠点がある。しだがって，詳細な海況の検討を行うと云う目的の為には不充分であるが，前述したように観測点数はかなり多く，海況の概要をつかむと云う目的の為には貴重なものと考えられる。

インド洋では，北東季節風季に当る冬季（10～3月）と南西季節風季に当る夏季（4～9月）とで海流系の分布の様相が一変する。したがって，海況も両季では顕著な差異があるものと考えられ，海況の概要を検討するに当っては，少くとも冬，夏季の場合に分けて吟味する必要がある。

以上の点から，1953～'59年の7年間に得られた地方公庁船による海洋観測資料[3)] や，利根丸[4)]，大富士丸[5)]，照洋丸[6)]，敬天丸[7)]，俊鶻丸[8)～10)]，海鷹丸[11)] 等の水産庁調査船及び大学練習船による観測資料を主体とし，それに DANA号[12)]，JOHN MURRAY[13)] 号等による既往の観測資料をも補足的に加え，これらを冬，夏季の二つに分け両季における海況の概要について検討してみた。

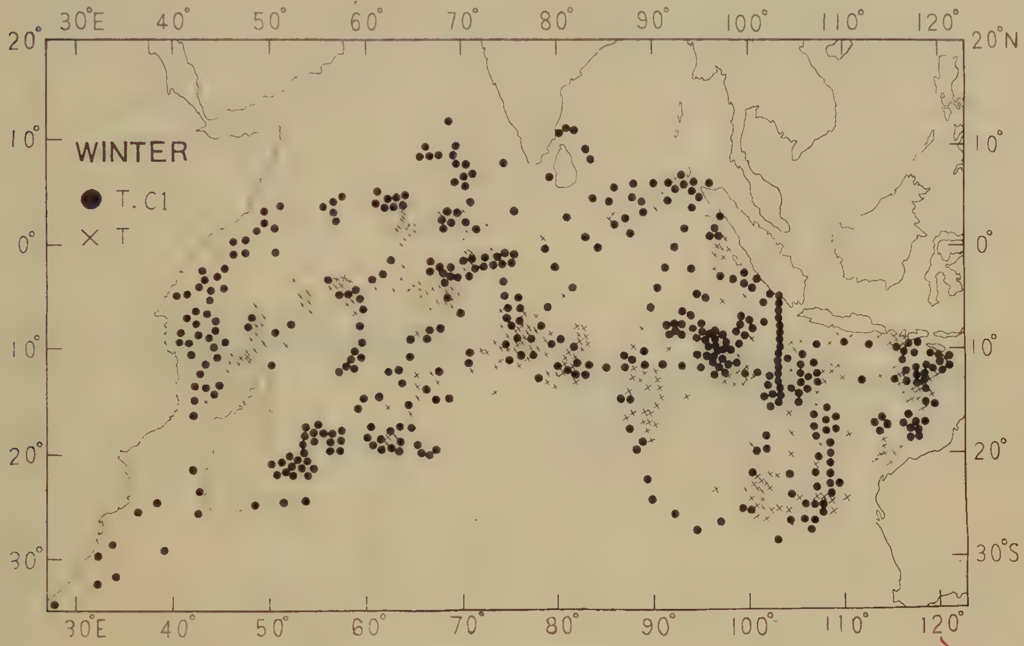
本稿では，冬季の場合における海況の概要と，マグロ類の分布との関係について検討した結果を報告する。

---

*.1　地方公庁船によるマグロ資源調査実施要領（昭和34年度）によると，「海洋観測は，原則として操業点毎に投縄終了時に実施し，0m，50m，100m，150m，200m，300m，500m の7層の測温，採水を行う。」となっている。しかしながら，観測器具及び資材の不足の為か，実際は 300m層迄で，しかも塩分検定を行っていない場合が多い。

I. 海 況 の 概 要

第1図に，冬季における観測点*2 の分布状態を示す。まえがきで述べたように，資料は7年間の，しかも10～3月の6ケ月間に亘るものを一括して使用しているので，年変動及び冬季内における時期的な変動等による影響は，無視する考えで海況の概要をみる必要がある。



第1図　冬季における海洋観測点の分布図

Fig. 1　Observation stations in winter season

1. 鉛 直 分 布

四つの代表的な南北断面*3 における水温，塩素量の鉛直分布や，海流系の概要等について吟味してみた。

a. 水　温（第2図，a，b，c，d）

107°E 線（第2図，a）……既に鶴田[10] 等により部分的に報告されているので，詳細については省略する。この附近は，亜熱帯環流の一部として，インド洋南部を東行する海流が，オーストラリア西岸に沿って北上する部分に当っており，この断面は海流系の状況をみるには不適当なものである。躍層の厚さは，9°～14°S で 120～170m 深の間にあるが，その中心は 14°S 以南で次第に深くなり，19°～20°S 附近では 300～

---

*.2 観測点の総数は1130点に達するが，互に近接し合っている観測点の場合は，代表的なものだけを図示してある。なお，水温の資料だけの観測点は図中に×印で，水温，塩素量双方の資料がある観測点は●印で示してある。

*.3 これらの鉛直断面は，インド洋を東～西へと四つの海域に分ち，各海域ごとに観測点が最も集中している代表的な南北線を一つずつ撰んで作製した。これらの南北線は，可能な限り多くの観測点を入れる為，必ずしも真直な直線とはなっていない。

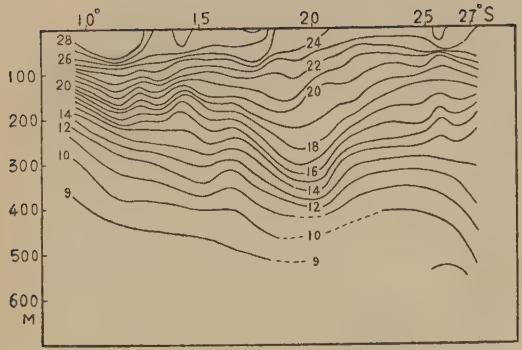


Fig. 2 a.　107°E線
along ca. 107° E line

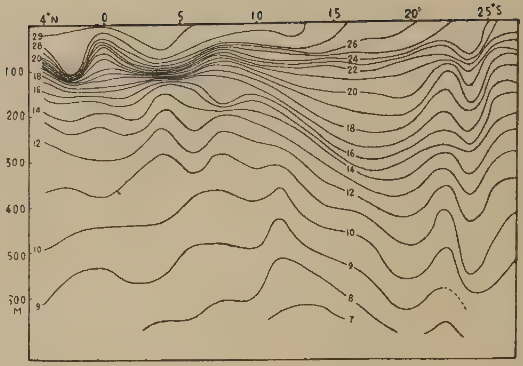


Fig. 2 b.　90°E 線
along ca. 90°E line

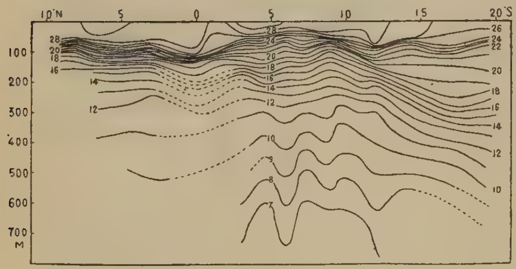


Fig. 2 c.　10°N〜20°S 70°E〜90°E 線
along ca. 10°N, 70°E〜20°S, 90°E line

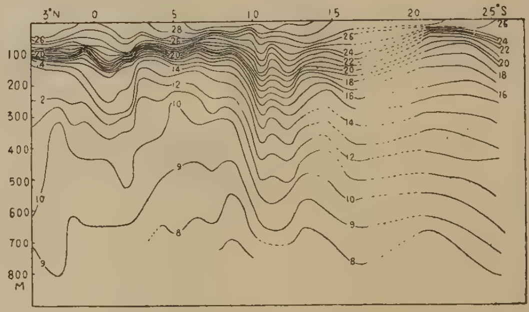


Fig. 2 d.　43°E 線
along ca. 43°E line

第２図　南北方向の観測線における水温の鉛直分布図
Fig.2　Vertical distribution of temperature along each observation lines in the N-S direction

350m 深となっている。20°S 以南では漸次的に浅くなり，25°S 以南では表層に近ずいているが不明瞭となっている。この断面図では，赤道反流の存在は不明であるが，もしあるとしても，躍層及び等温線分布の形状からおして，ジャバ島沿岸の極く狭い海域に限られているものと推察される。

90°E 線（第２図，b）……既に山中[14]により報告されているので概略について述べる。躍層は赤道附近で 50m と 120m 附近の二層に分離*4 しているが，2°N 及び 4°S 附近では一つとなり，厚さは 120〜150m 深の間にある。4°S 以南では，躍層の中心は次第に浅くなり，8°S では最も浅く 50〜75m 深となっている。8°S 以南では，表層と次第に深くなる層との二層に分離しているが，いずれも 8°S 以北の場合に比較して不明瞭となっている。前述した下層の躍層は，20°S 附近より次第に浅くなり，24°S 以南では急激に浅くなっている。このような躍層の深浅及び全体の等温線分布の形状からおして，赤道反流と南赤道流との潮境は 8°S 附近に，赤道反流と北赤道流との潮境は 2°N 附近に，更に 24°S 附近には収斂線が存在するものと推定される。なお，赤道附近の等温線分布は漏斗状を呈し upwelling の存在を示している。

---

*.4 このような状態は，東部太平洋の赤道海域における躍層の分布状態と相似しており，或いはインド洋における Equatorial Under Current [15] を示唆するものかも知れないが，詳細については不明である。

9°N, 67°E〜20°S, 90°E 線（第2図, C）……この断面は，セイロン島の南西を斜に切ったものである。赤道附近では，躍層の中心は 100〜125m 深にあるが，3°〜7°N では 70〜120m とやや浅くなり，8°〜9°N では 50〜100m と浅くなっている。赤道以北では下層の観測資料が欠けているので明確ではないが，このような躍層の深浅及び等温線分布の形状からおして，赤道反流と北赤道流との潮境は 3°N 附近にあるものと推察される。又 90°E 線の場合と同じく，赤道附近には upwelling が認められる。赤道以南では 90°E 線の場合とほぼ同様であり，赤道反流と南赤道流との潮境は 8°S 附近にあるものと推定される。

43°E 線（第2図, d）……この海域は，南赤道流がアフリカ東岸に当って南方及び北方に流向を転ずる部分に位置し，海流系の分布が複雑となっている。躍層の中心は，1°S 附近では150m にありかなり深くなっているが，これより南では次第に浅くなり 9°S 附近では 80m にあり表層に近ずいている。しかしながら 9°S 以南では急激に深くなり，14°〜15°S 附近で再び浅くなっている。したがって，南赤道流と赤道反流との潮境は 9°S 附近にあるものと推察される。9°S 以南及び赤道以北の断面では，東流又は西流が諸々にみられ，海流系は複雑となっている。なお，赤道附近には既述した各断面の場合と同じく，upwelling が認められる。

b. 塩素量（第3図, a, b, c, d）

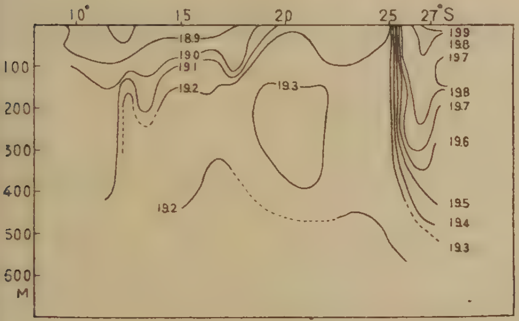


Fig. 3 a. 107°E 線

along ca. 107°E line

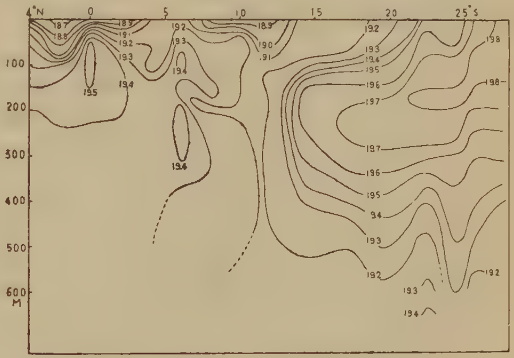


Fig. 3 b. 90°E 線

along ca. 90°E line

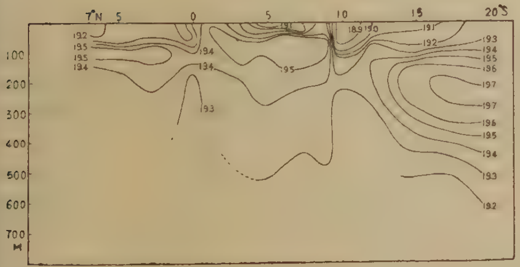


Fig. 3 c. 10°N〜20°S 線 70°E〜90°E

along ca. 10°N, 70°E〜20°S, 90°E line

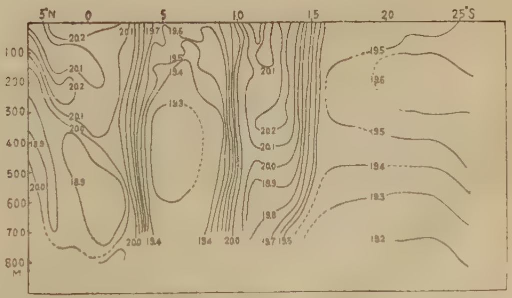


Fig. 3 d. 43°E線

along ca. 43°E line

第3図　南北方向の観測線における塩素量の鉛直分布図

Fig.3　Vertical distribution of chlorinity along each observation lines in the N-S direction

107°E 線（第3図，a）…… 25°S 以北では全般的に低鹹であり，19.2〜.3‰ の低い値を示している。特に，北部の表層附近は極めて低鹹で，18.8‰ の低い値を示している。しかしながら，25°S 以南では塩素量の値は 19.8〜20.0‰ と急激に高くなっており，塩素量の分布に断層的な変化のあることが注目される。

90°E 線（第3図，b）…… 24°S 以南の海域にみられる 19.6〜.8‰ の表層高鹹水が，収斂線附近で沈降して中層を舌状に北へ向って突入している。又赤道以北の海域からも 19.4‰ の中鹹水が，同じく中層を舌状に南へ向って突入しており，10°S 附近は両者の遷移帯となっている。前述した 107°E 線の場合と同様に，赤道及び 10°S 附近の表層は低鹹で，18.8〜.9‰ の低い値を示している。

9°N，67°E〜20°S，90°E 線（第3図，C）……鉛直分布の様相は，全般的にみて 90°E 線の場合と相似している。しかしながら，北側から突入している中鹹水は 19.5‰ とやや高い値を示している点，又この中鹹水は赤道附近で分離した形となっている点，更に 18.9‰ の値を示す表層の低鹹水は10°S 附近だけにみられる点等が，90°E 線の場合と異っている。

43°E線（第3図，d）……南赤道流と赤道反流との潮境に当る 9°S 附近から 4°S にかけては，19.3〜.7‰の値を示す水帯が存在しているが，その両側では 20.0〜.2‰ と極めて高い値を示す水帯が認められ，3°S 及び 9°S 附近に顕著な不連続層がみられる。又南方から 19.5〜.6‰ の値を示す水帯が中層を舌状に北へ向って突入し，15°〜16°S 附近で顕著な不連続層を形成している。このように，20‰ 以上の高鹹帯が孤立的に存在していることは，上述した三つの断面の場合と比較して異常のように思われる。これについては，水塊分布の項で後述する。

以上，四つの代表的な南北断面における水温，塩素量の鉛直分布や海流系の概要等について検討したが，これらの結果を総合すると，大略以下のような傾向のあることが窺われる。

(1) 南赤道流と赤道反流との潮境（発散）は，8°〜9°S 附近にあると推定される。

(2) 赤道附近には upwelling が存在する。

(3) Sverdrup [16] も指摘しているように，赤道反流域及び北赤道流域では，ほぼ 75〜100m 層に顕著な水温の躍層があり，成層の発達を示している。

(4) インド洋東部には低鹹帯が存在する。

(5) 洋心部に於ては，南北から高鹹水が中層を舌状に突入しており，10°S 附近が両者の遷移帯となっている。塩素量の値は，南側のものが北側のそれに比して高い。

(6) 全般的に，塩素量の値は西側で高く，東側で低くなっている。

2. 水 平 分 布

表層については，漁船による多くの水温資料があり，月別に検討し得る機会があると思われるので省略した。なお，資料の中には，観測層が比較的浅いものが多いので（脚註1．参照），50m，100m，200m，300m の各層の水温，塩素量の場合だけについて検討した。

a. 水温（第4図，a，b，c，d）

50m層（第4図，a）……表面水温の影響が大きく，分布の様相は複雑となっている。ほぼ 10°S より北側の海域では総体的に高温で，北上するにつれて水温は高くなっているのに対し，10°S より以南の海域では総体的に低温で，南下するにつれて水温は低くなっている。鉛直分布の項で，赤道附近には upwelling の認められることを指摘したが，この層ではそのような徴候が不明瞭である。なお，鉛直分布の項では触れなかったが，チャゴス礁附近における躍層は極めて浅く，これが 60°E，8°S を中心とした低温帯として現われている。

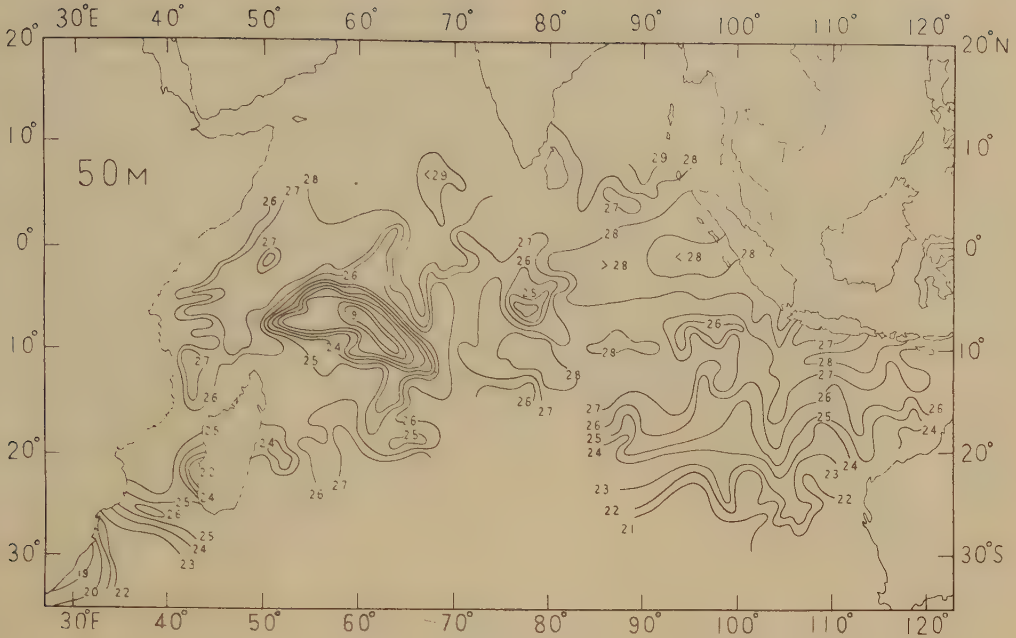

30°E 40° 50° 60° 70° 80° 90° 100° 110° 120°
20° 10° 0° 10° 20° 30°
20°N 10° 0° 10° 20° 30°S
50 M

Fig. 4 a.

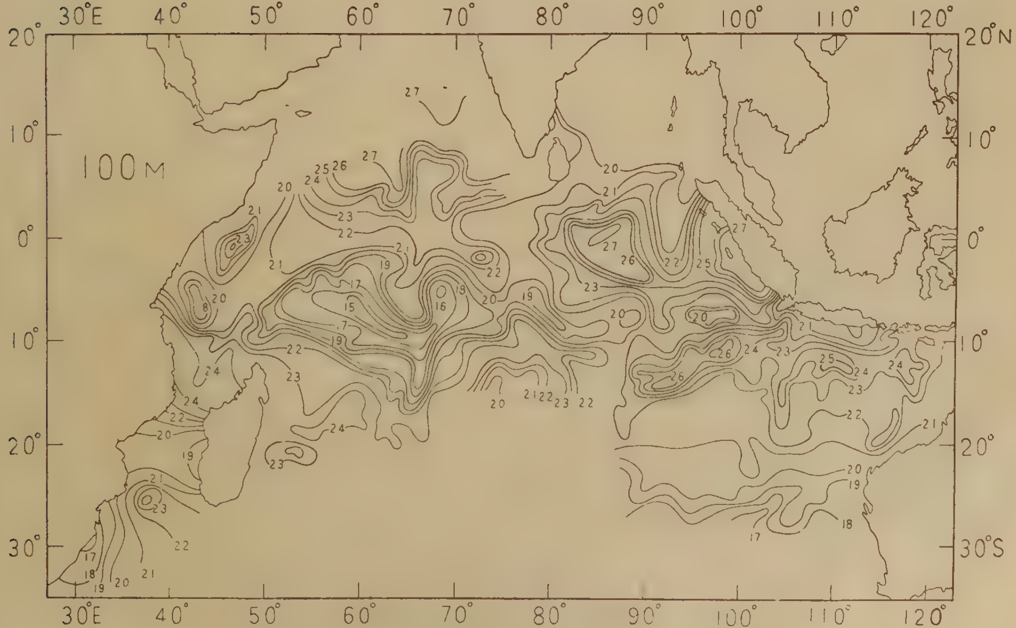

30°E 40° 50° 60° 70° 80° 90° 100° 110° 120°
20° 10° 0° 10° 20° 30°
20°N 10° 0° 10° 20° 30°S
100 M

Fig. 4 b.

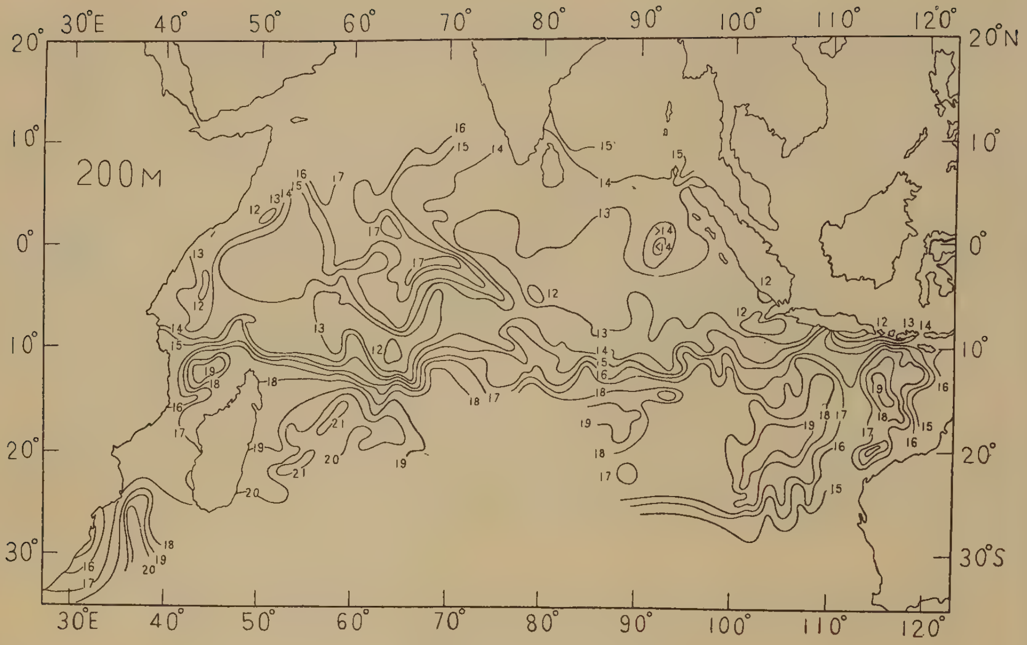


Fig. 4 c.

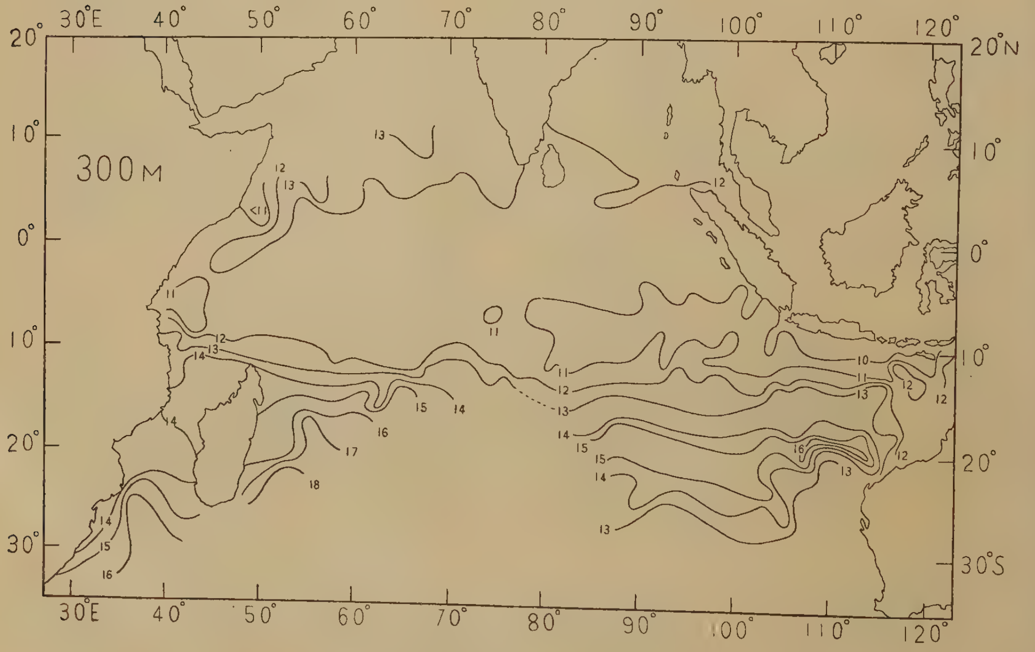


Fig. 4 d.

第4図 水温の水平分布図

a. 50m層　b. 100層　c. 200m層　d. 300m層

Fig.4 Horizontal distribution of temperature

a. at 50m layer　b. at 100m layer　c. at 200m layer　d. at 300m layer

100m層（第4図，b）…… 50m 層の場合と同様に，分布の様相は複雑となっている。前述したチャゴス礁附近の低温帯は，この層でも明瞭に認められる。又，この低温帯と並ぶように，断続的ではあるが 8°S 附近を中心として，東西にのびる低温帯が存在している。なお，東部の海域では 12°～13°S 附近に高温帯がみられる。前記の低温帯は鉛直分布の項で触れたように，南赤道流と赤道反流との潮境における発散の為，8°S 附近で躍層が最も浅いと云う事実と対応しているように思われる。

200m層（第4図，c）…… 60 ～70°E の場合を除くと，50m 層における水平分布の状態と異って 10°S 以北の海域が低温となっており，特に 0°～10°S の間で最も低い値を示している。全般的にみると，この層の分布状態は海流系の分布状態をかなりよく反映しているように思われる。即ち，上述した 0°～10°S の低温帯，東部の 12°～23°S の高温帯，及び 24°S 以南の低温帯は，それぞれ赤道反流域内の躍層の浅い部分，南赤道流域内の躍層の深い部分，及び収斂線以南の躍層の浅い部分とよく対応している。この層では，マダガスカル島の東に最高温帯がみられるが，これは，P. JESPERSEN [17] による既往の報告とよく一致している。

300m 層（第4図，d）……この層における分布状態は，200m 層のそれとかなり似ているが，赤道反流域，北赤道流域は全て 11°C 台の値を示し，より単調な姿となっている。80°E 以東の 8°～10°S には南赤道流と赤道反流との発散による低温帯が残存している。又，マダガスカル島の東側の高温帯は，この層に於ても未だ認められる。

b．**塩素量**（第5図，a，b，c，d）

前述したように，水温の 50，100m 層の水平分布の様相は複雑であるのに反し，塩素量のそれは各層とも比較的単調で，且つ互に似かよっている。即ち，塩素量の分布状態は紅海，アラビヤ海系の高鹹帯，亜熱帯高鹹帯と 10°S を中心とした低鹹帯（特にスマトラ近海で顕著である）等の消長関係として，割合単純に示されている。

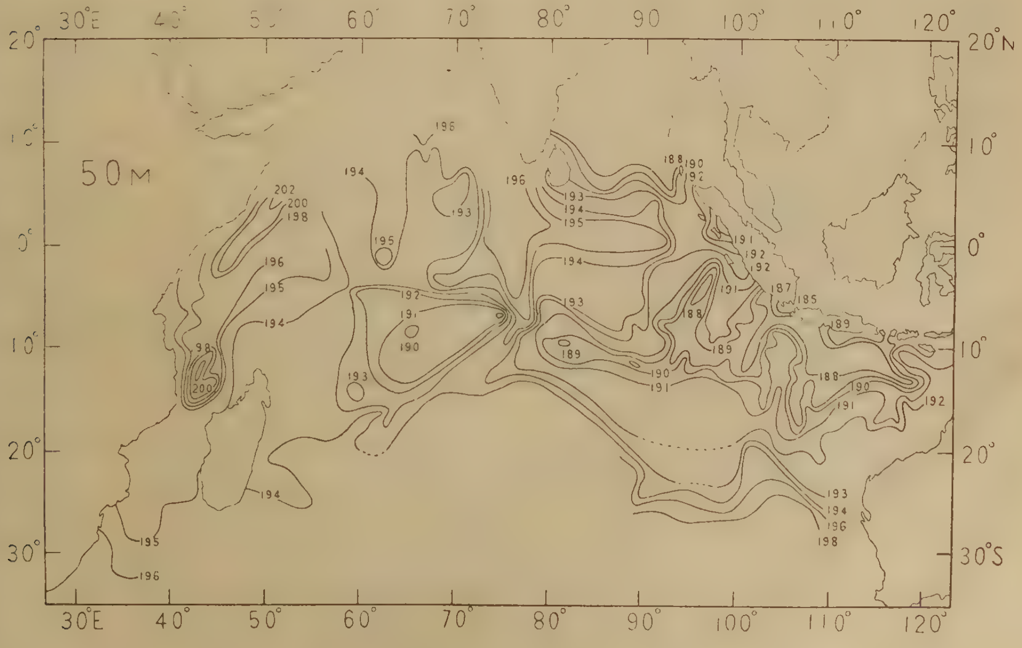


Fig. 5 a.

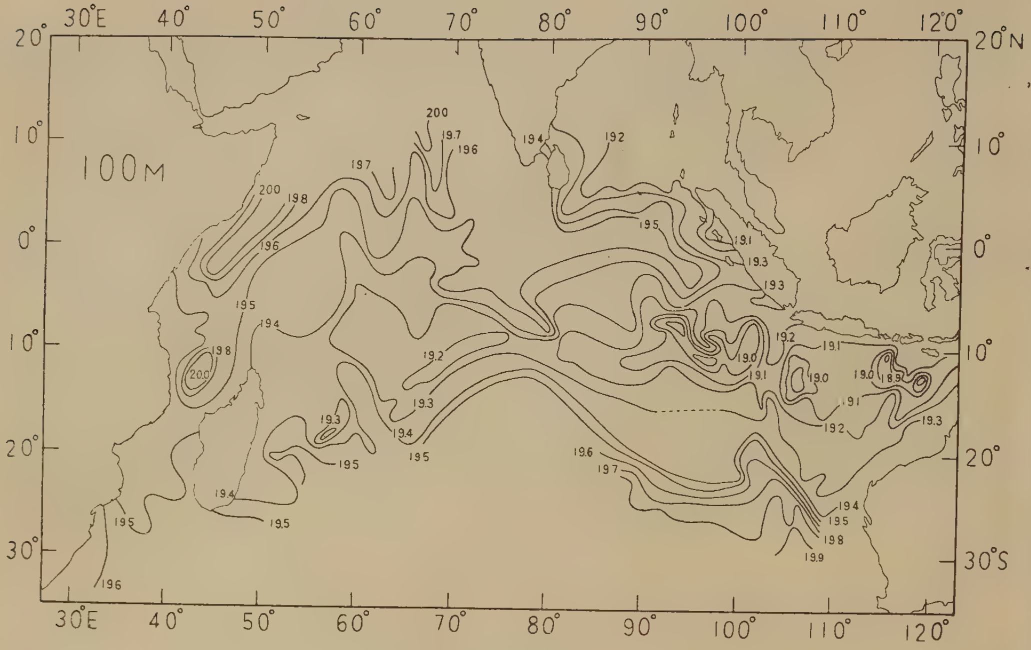

100M
30°E
40°
50°
60°
70°
80°
90°
100°
110°
120°
20°N
10°
0°
10°
20°
30°S

Fig. 5 b.

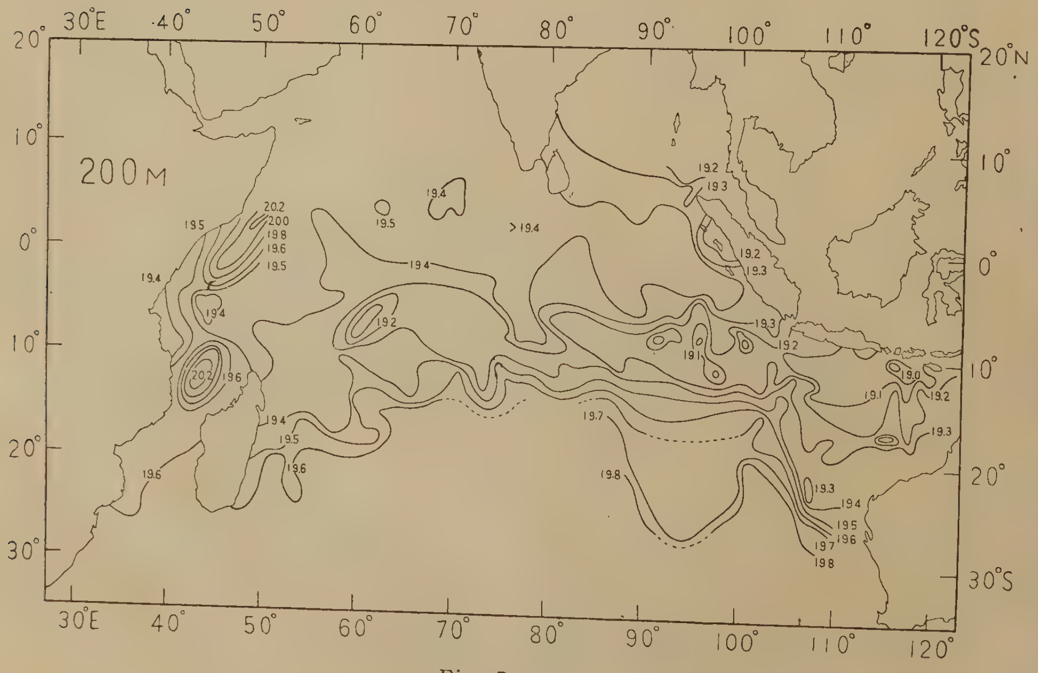

200M
30°E
40°
50°
60°
70°
80°
90°
100°
110°
120°S
20°N
10°
0°
10°
20°
30°S

Fig. 5 c.

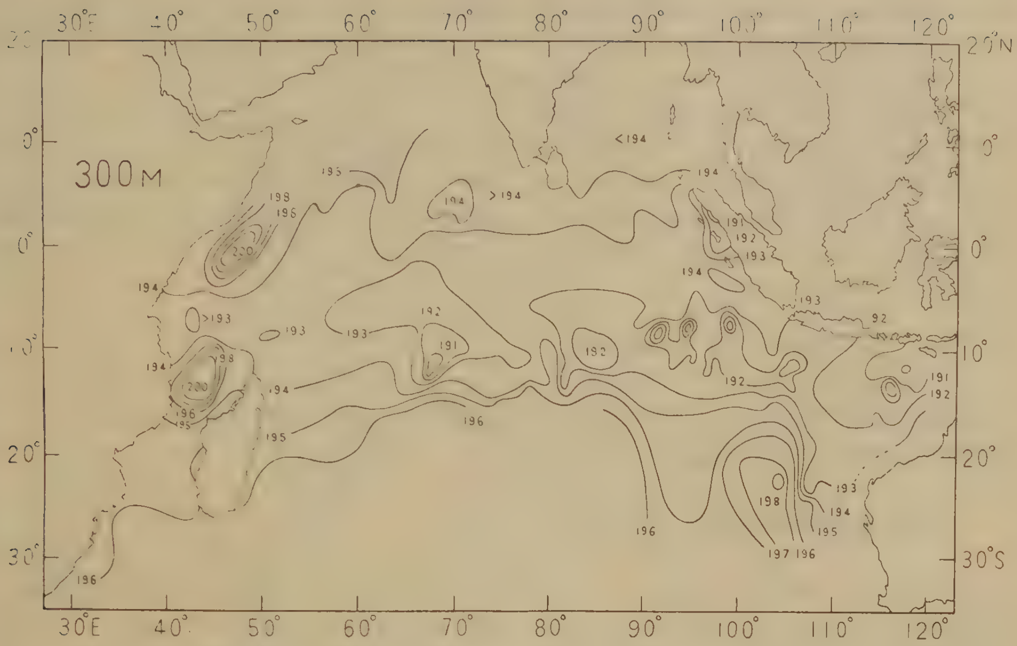


Fig. 5 d.

第5図 塩 素 量 の 水 平 分 布 図

a. 50m層　b. 100m層　c. 200m層　d. 300m層

Fig.5 Horizontal distribution of chlorinity

a. at 50m layer b. at 100m layer c. at 200m layer d. at 300m layer

50m 層（第5図，a）……紅海系の高鹹水帯はアフリカ東岸に沿って南に伸びており，アラビヤ海系の高鹹水帯も，セイロン島の南に向って張り出している。50m 層の水温水平分布で触れたチヤゴス礁附近の低温帯は，この層でも低鹹帯として現われている。又，10°S を中心として，低鹹な水帯が東西に伸びているが，80°E～スマトラ沿岸にかけて，極めて低い塩素量の値を示している。

100m 層（第5図，b）……アラビア海系の高鹹水帯は，50m 層の場合よりも強く張り出しているのに対し，80°E～スマトラ沿岸における極く低鹹な水帯は，この層ではもはや孤立的に残存しているに過ぎない。50m 層の場合に触れた 10°S を中心として東西に連なる低鹹水帯は，この層では一層明瞭に認められる，これは既述した 8°S を中心として東西に連なる低温水帯と，ほぼ対応して現われている。なお，アフリカ東岸に沿って伸びている紅海系の高鹹水帯は，この層では先端が分離した形となっている。鉛直分布の項でも述べたように，このような分布の状態は異常のように思われる。これについては，水塊分布の項で後述する。

200m 層（第5図，c）……スマトラ沿岸にみられた極く低鹹な水帯は，この層では痕跡的に認められるにすぎない。分布の状態は全般的にみて，上述した 100m 層の場合と相似しており，更に 200m 層における水温の水平分布の様相ともほぼ一致している。したがって，この層における分布状態は，海流系のそれを或る程反映していると云えよう。

300m 層（第5図，d）…… 200m 層の場合とよく一致した分布の様相を示している。

以上，水温及び塩素量の水平分布の概況について検討したが，8°～10°S 附近を中心として，低温低鹹帯が東西に伸びており，特にスマトラ，ジャバ近海では表層が極めて低鹹であることが注目される。このよう

な現象の原因については，次のようなことが考えられる。

(1) 赤道多雨帯による降水。

(2) SVEDRUP[16] も指摘しているように，濠亜多島海系水の流入。

(3) 躍層が最も浅い為，南北から突入する高鹹水の欠如。

(4) 南赤道流と赤道反流との divergence に結びついた下層水の上昇。

しかしながら既述したようにインド洋東部における低鹹帯は，100m 層では孤立的に存在するにすぎないことからおして，この低鹹帯は (1) 及び (2) の原因による影響が大きいものと考えられる。又，中部及び西部の低温，低鹹帯は，(3)〜(4) の原因による影響が大きいものと考えられる。

3．T-Cl diagram による水塊の解析

これまで，海流系と関連させつつ水温，塩素量の分布状態について個別に論じて来たが，つぎに T-Cldiagramによって両者を総合的に検討してみよう。

a．南北方向の T-Cl diagram（第6図，A）

T-Cl diagram の概略の傾向をみる為に，四つの代表的な経度別に南北方向，二つの代表的な緯度別に東西方向の T-Cl diagram を調べてみた。まず，南北方向についてみると以下のようである。

60°E 線（第6図，A， a）…… 4°N 及び 1°S では，ほぼ 100m 深に中心（26.5°C，19.7‰）があるが，15°S では 250m 深に 中心（17°C，19.5〜.6‰）がみられる。しかしながら，5°S 及び 9°S では塩素量の値は 19.3 ‰でほぼ一定しており，直線的な形状を呈している。

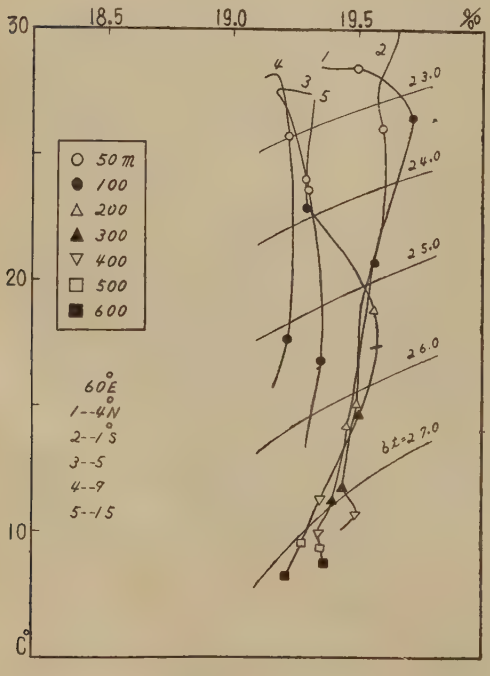


Fig. 6 A,a.

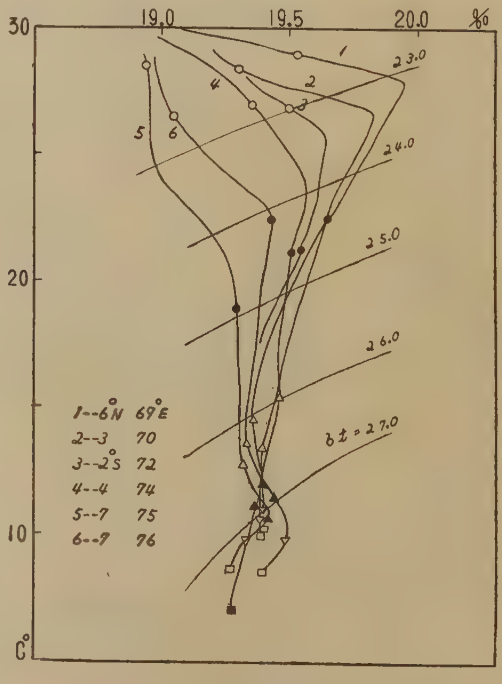


Fig. 6 A,b.

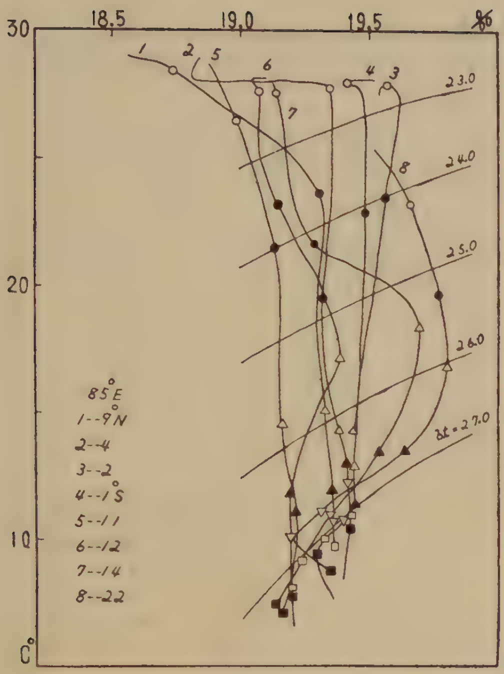


Fig. 6 A,c.

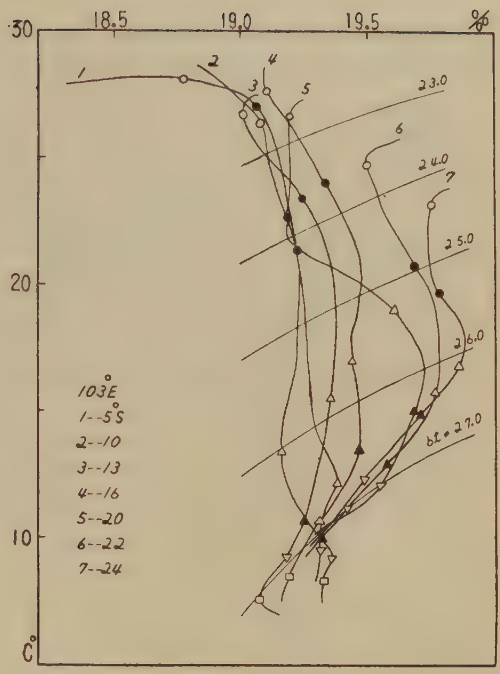


Fig. 6 A,d.

第6図. A 南北方向における T-Cl diagram Fig. 6 A. T-Cl diagram in the N-S direction

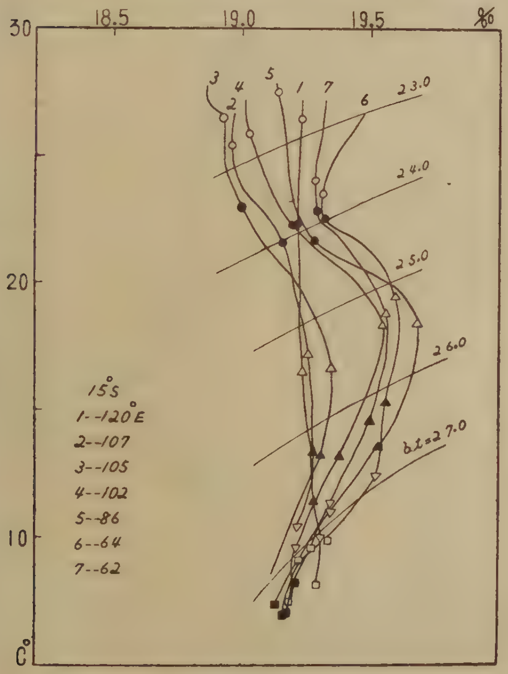
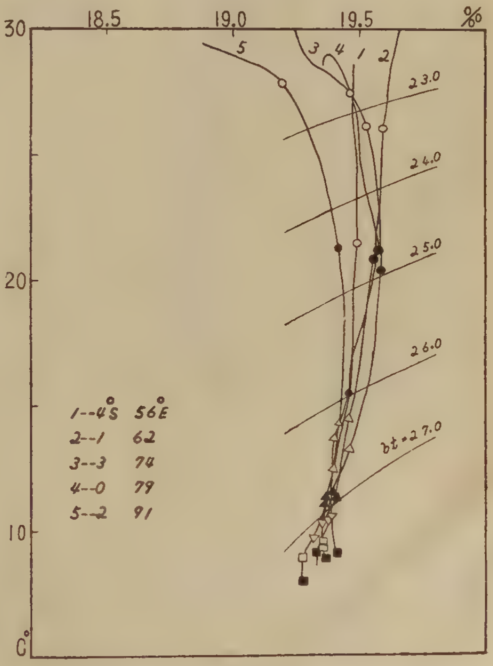


Fig. 6 B,a.



Fgi. 6 B,b.

第6図. B 東西方向における T-Cl diagram Fig. 6 B. T-Cl diagram in the E-W direction

第6図 代表的な観測点における T-Cl diagram

Fig. 6 Temperature chlorinity (T-Cl) diagram for selected stations

6°N, 69°E～7°S, 75°E（第6図, A , b）……6°N～7°S にかけて, 75～100m 深に中心がみられるが, 6°N では 28°C, 19.9 ‰から, 7°S では 19°C, 19.3 ‰と南下するにつれて漸次的に水温, 塩素量の値ともに減少している。

85°E 線（第6図, A , c）…… 9°～4°N では表層を除くと, 塩素量は 19.3 ‰でほぼ一定しており, 2°N～1°S でも 19.4～.5 ‰, 5°S でも 19.1～.2‰ の一定の値を示し, ほぼ直線的な形状を示す。しかしながら, 12°～22°S では, 150～200m 深に中心（12°C, 19.4‰～12°C, 19.8‰）がある。

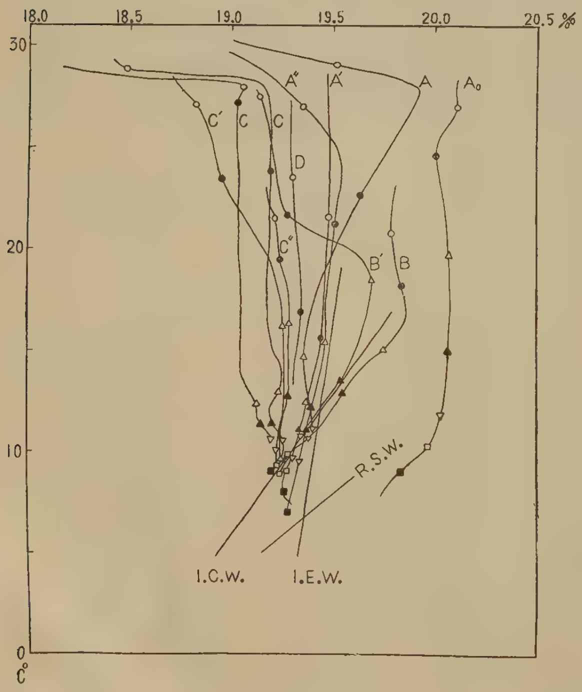
103°E 線（第6図, A , d）……24°～13°S にかけて, 150～200m 深に中心があるが, 塩素量の値だけが 19.9～19.4 ‰と, 漸次的に南から北へと減少している。12°～5° S にかけては, 低鹹な表層を除くと塩素量は 19.2 ‰でほぼ一定しており, 直線状となっている。

b. **東西方向の T-Cl diagram**（第6図, B）

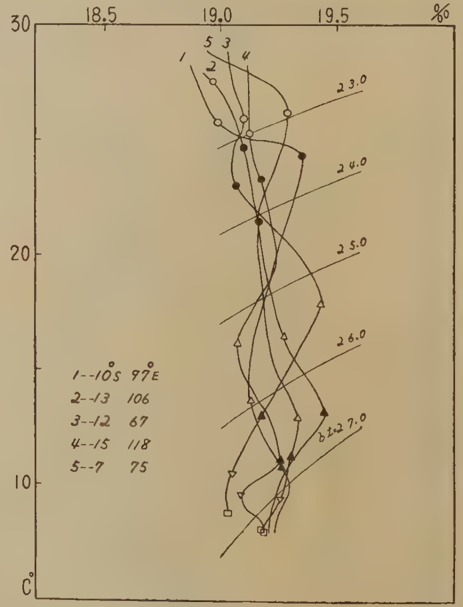
3°S 線（第6図, B , a）……56°～79°E にかけて, 塩素量は 19.5～.6‰ でほぼ一定しており, 直線状を呈しているが, 91°E の場合は表層が低鹹であり, 前者とやや異っている。

15°S 線（第6図, B , b）…… 120°～105°E にかけては, 表層の場合を除くと塩素量は 19.2 ‰で直線状を呈しているが, 105°～62°E にかけては, 150～200m 深に中心（18°C, 19.5～.7‰）がみられる。

c. **水 塊 の 区 分**

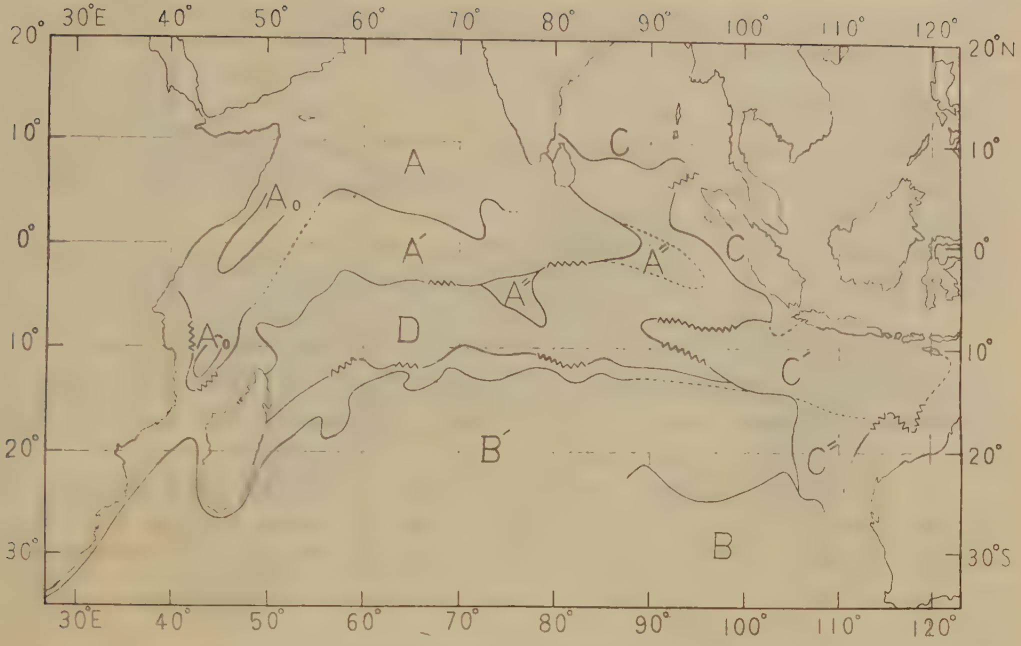


第7図a. T-Cl diagram の基本的なタイプ
Fig. 7a. Principal types of the T-Cl diagram



第7図 b. 接触域における T-Cl diagram
Fig.7b. T-Cl diagram in the contact zone

第7図 T-Cl diagram のタイプと水塊
Fig. 7 Principal water masses for each types of the T-Cl diargam



第8図 水塊分布の模式図

Fig. 8 Schematic representation of the distribution of the principal water masses

前述したように，各観測点における T-Cl diagram の形状は，種々の 移行過程を示すものが多いが，a）及び b）で検討した結果を総合すると，第7図，a に示すように A.B.C.D 系の四つの基本的な Type に大別し得る。更に各々の基本的な Type を細別すると，計九つの Sub-type に分けることができる。このような，T-Cl diagram の形状から性格づけられる各水塊の水平分布の状態を模式的に示すと，第8図の如くである。分布状態の位置的な関係から，A 系……インド洋北部水，B 系……インド洋南部水，C 系……インド洋東部水，D 系……インド洋中部水と仮称しておく。なお，各水塊の激しい混合状態を示すと思われる T-Cl diagram（第7図，b）が諸処にみられ，これらは第8図の中に波線で示してある。

これらの水塊と，過去において分類されたものを比較してみると，SVERDRUP[16] の規定した INDIAN CENTRAL WATER（I. C. W.）はB系，INDIAN EQUATORIAL WATER（I. E. W.）は A 系に相当するものと考えられる。又，RED SEA WATER（R. S. W.）は A ，の Ao に近いと思われるが，塩素量の値に差異がみられる。なお，C，D 系についてみると，300m 以浅では I. E. W. より塩素量の値が低いが，500～800m 層で I. E. W. と合致している。

次に，各水系別にもう少し詳しく説明しておこう。

(1) A 系……インド洋北部水

A……降雨量が少く，蒸発の旺んな為に高鹹である紅海，アラビア海方面に起源をもっている。水塊の中心は 75～100m 深にあり Cl max は 20.0‰ に達する海域もみられる。この水塊が次第に拡散する傾向は第6図，A ， a に示されている。

A′……紅海，アラビア海方面の高鹹水による直接的な影響は少ないが，塩素量の値は 19.5‰ 前後で，T-Cl diagram は直線状を呈している。この水塊は，赤道を中心にして東西に帯状をなし，東部ではセイロン沖より南東に向って張り出している。この中層水の一部は，スマトラ沿岸沖を列島に沿って南にのび，200～300m 層に現われている。

A′′……A′ と比較して表層が低鹹であり， A′ の分布の先端にみられる。

A。……これについては後述する。

(2) B系 ……インド洋南部水

B ……オーストラリア西方の亜熱帯高鹹帯に起源を持っている。水塊の中心は 150 ～250m 深にあり，Cl max は 19.9‰ の高い値を示している。この水塊は北方に向って湾曲状に張り出しており，次第に拡散する傾向は，第6図，A ， d に示されている。

B′……B に比較して，中心における Cl max の値が低く，又表層もより低鹹であり，B の分布の北方にみられる。

(3) C 系……インド洋東部水

C……分布域は，赤道雨林気候帯[18]に当っており，降水量が多いために，表層ではインド洋中最低鹹であり，特にスマトラ沿岸の表層は 18.2～.6‰ の極めて低い値を示す水域がある。T-Cl diagram は，塩素量 19.0～.2 ‰でほぼ一定しており直線状を呈している。

C′……C の場合と同じく，分布域は赤道前線の通過する海域に当り，その影響や濠亜多島海水の流入による為表層は低鹹となっている。この水塊は西方に伸びて，先端は B，D 系の水塊と接触している。したがって下層はやや高鹹となり，T-Cl diagram は斜傾した直線状を呈している。

C′′……表層は低温で，C，C′ とは判然と区別し得る。又，塩素量の鉛直分布で述べたように， B 系の水塊との間には顕著な不連続層が認められる。

(4) D 系……インド洋中部水

T-Cl diagram は直線状となっている。A′，B′，C，C′ 系の水塊に囲れ，それぞれの影響を受けている為，必ずしも分布域内に於ける塩素量の値は一様でない。即ち，西部では A′，B′ の影響の為やや高鹹であり，東部では C，C′ の影響の為やや低鹹である。

以上の外，10°S 附近を中心として B′，D 系の中間の性格を示すと思われる水塊が，巾狭く東西に帯状となって分布している。又，オーストラリア西北岸の大陸棚にそって，異水塊間の接触を示す T-Cl diagram が連続的にみられ，沿岸水塊の存在が予想される。

なお，インド洋の西部には，紅海をへてアフリカ大陸の沿岸沿いに南下し，モザンビック海峡の北部に達する水塊 Ao がみられる。Clowes や Deacon[19]によると，紅海系の高鹹水は，8°N で 500m深に，20°S では 1250m 深に浸入していると云う。又，これらの資料や[20]，Dana Report[12] の資料によると，紅海系の高鹹水における塩素量の値は 19.6～.7‰ であり，Ao の方が 0.4～0.7‰ 高い値を示している。以上の外，既述したように鉛直，水平の分布状態も異常であること等の点から，水塊 Ao については今後の資料の蒐積をまって，再吟味する必要があると考えられる。

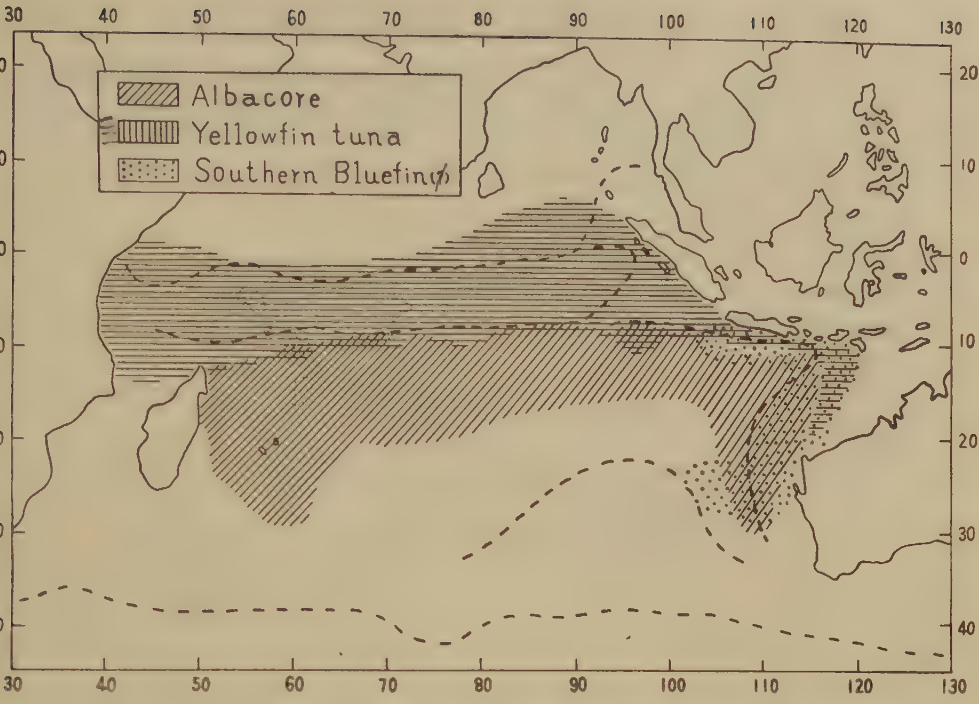
II. マグロ類の分布と海況

三村[1] によると，冬季におけるマグロ類の分布と海流系との関係は，第9図*5 に示す如くである。即ち，ビンナガの分布密度の高い海域と，キハダの分布密度の高い海域との境界は，海流図に示されている南赤道流と赤道反流との潮境とほぼ一致している。

鉛直分布の項で既述したように，実際の海洋観測の結果からみた南赤道流と赤道反流との潮境は， 8°～9°S 附近にあると考えられ，海流図に示されている潮境の位置とよく一致している。したがって，マグロ類の分布と海流系に関する中村[23]の想定は，この場合においても妥当であると云うことができる。

---

*. 5 第9図に示す潮境の位置は，水路部[21] 及び日高[22] の海流図による。



第9図　冬季におけるマグロ類の分布図（三村による）

Fig. 9 Diagramatic distribution of tunas in winter season (after K. Mimura)

海流系の分布と水塊のそれとは，密接な関連があるものと考えられている。そこで筆者等は，更に水塊の分布とマグロ類のそれとの関係について吟味してみた。

第7図に示されている各水塊の分布範囲と，第8図の潮境の位置とを比較してみると，B 系の水塊の分布範囲は南赤道流帯と一致しており，D 系及びその周辺の一部の水塊を中心とした分布範囲は，赤道反流帯とほぼ一致している。したがって，キハダとビンナガの分布の中心は，それぞれ水塊別に異なっていると云える。又，C 系に当る C，C′ の水塊の分布範囲は，第8図に示すインドマグロの分布範囲とほぼ一致している。以上の点を総合すると，巨視的にみて，キハダ，ビンナガ，及びインドマグロの各魚種分布の中心はそれぞれ各水塊別の分布域にあると云うことができる。このことは，マグロ類の漁況と海況との関係を究明して行く上に重要であり，短期間に広範囲にわたる充実した観測資料が得られるならば，更に詳細にその関連を掴むことができよう。

今後，海況及び漁況資料の充実を待って，上記の関係や，更に漁況と海況との季節及び年変動の関係についても究明して行きたい。

この報告をまとめるに当り，観測資料蒐集に努力された府県試験船，水産高校実習船の調査員各位に対し厚く謝意を表す。又，適切な御批判や御激励を頂いた当水研所長，中村広司氏，同遠洋資源部長，矢部博氏に感謝する。最後に，製図に当り御協力を得た当水研，岡田真智子嬢に謝意を呈する。

（要　　約）

1953～'59年の７年間に，冬季（10～３月）インド洋で得られた地方公庁船による海洋観測資料等（約，1130点）を基にして，海況の概要について検討し，これとマグロ類の分布との関係について吟味した。その結果以下のようなことが分った。

1）．水温，塩素量の鉛直分布の状態から

a）．赤道附近には upwelling が認められる。

b）．南赤道流と赤道反流との潮境は，8°～10°S 附近にあるものと推定される。

2）．50m，100m，200m，300m 層の水温，塩素量の水平分布の状態から

a）．100m 層では，8°～10°S 附近を中心として，低鹹，低温水帯が東西に伸び，上記の潮境（発散）と対応している。

b）．200m，300m 層の水温，塩素量の分布状態はほぼ相似しており，これらは海流系の分布状態ともほぼ対応している。

3）．T-Cl diagram により水塊を四つに大別し，更に計九つの水塊に細別した。水塊の分布状態は，巨視的にみて，海流系別に区分し得る。

4）．ビンナガとキハダは海流系別に分布の中心を異にしている。

5）．更に，ビンナガ，キハダ及びインドマグロは，それぞれ水塊別に分布の中心を異にしていると云うことができる。

文　　献

1）．三村皓哉：マグロ延縄平年漁況図（1959年版），南．水．研．編．，(1959).

2）．H. Nakamura, Y. Yabuta & K. Mimura : Sec II, Pro. of I. P. F. C. .

3）．南海区水産研究所：“マグロ漁場における海洋観測資料”，（未刊）．

4）．水産庁生産部海洋第２課：漁場開発調査報告書，（昭和29年度）．

5）．―――――――：―――――――，（昭和30年度）．

6）．―――――――：―――――――，（昭和31年度未刊）．

7）．行縄茂理他：敬天丸による調査報告（プリント刷），（1956）．

8）．佐藤　猛郎：水産講習所研究報告，Vol. 4, No. 2, (1950).

9）．千葉卓夫他：―――――――，Vol. 6, No. 3, (1957).

10）．鶴田新生他：―――――――，Vol. 7, No. 1, (1957).

11）．石野誠　他：東京水産大学特別研究報告，Vol.1, No. 3, (1958).

12）．Thomsen, H. : Dana-Report, No. 12, (1937).

13）．R. B. Seymour Sewell : John Murray Exped., 1933～'34, Sci. Rept., Vol. 2, (1939).

14）．山中　一：南．水．研．報．，Vol. 9,　(1958).

15）．Cromwel, T. Mongomery, R. B. & Stroup, E. D. : Science, 119 (3097), (1954).

16）．Sverdrup, H. U. et al : The Oceans, 4 th pr., Prentice-Hall, New York, (1952).

17）．Jespersen, P. : Dana-Report, No. 22, (1942).

18）．矢沢大二：気候学，気象講座，Vol. 9，地人書館，(1956).

19）．Clowes, A. J. & G. E. R. Deacon : Nature, Vol. 136, London, (1935). (cited)

20）．Tompson, E. F. : John Murray Exped., 1933～'34, Sci. Rep., Vol. 2, (1939).

21）．水路部：印度洋濠州近海海流図，(1927).

22）．日高孝次：“海流”，岩波書店，(1950).

23）．中村広司・山中一：海洋学会誌，Vol. 15, No. 3, (1959).

マグロの種族系統の血清学的研究 — III*

マグロ類血清抗原の寒天平板拡散法による予備検討

鈴木秋果・森尾忠夫
（南海区水産研究所）

Serological Studies of the Races of Tuna — III

Preliminal Investigation on the Antigens in Tunas Sera by the Agar-plate-diffusion Method

Akimi SUZUKI and Tadao MORIO
(Nankai Regional Fisheries Research Laboratory)

Previous works in this series[1)2)] were undertaken to investigate the antigenic differences in the erythrocytes of tunas. The purpose of the work reported here has been to examine the analytical method for normal sera of tunas, applying the agar-plate-diffusion method.

The normal sera of tunas were collected and centrifugally separated on the investigating boat in the Indian Ocean, and were stored at −20°C. (Table 1)

The rabbit antiserums were prepared from above mentioned tunas sera as shown in Table 2.

Agar plate was formed on the bottom of the petri (inside diameter 85mm) with the agar base which was shown on Table 3.

The results of the present preliminal investigations were concluded as follows :—

1) The separation of bands of precipitations were much influenced by the conditions of agar plate (thickness of agar plate, distances between antigen and antiserum, etc.). (Fig. I−1, I−2, Plate I−1, I−2)

2) It seems that serums, which were prepared from the blood samples preserved by the glycerol-freezing method, be able to use for the investigations, but they remains to be comfirmed. (Fig. I−3, Plate I−3)

3) The antiserums, which were used in the present experiments, did not react with the extracts of erythrocytes, stomach and pyloric appendage of tuna.

4) Individual antigenic differences of yellowfin tuna were detected. (Fig. I−4, I−5, Plate I−4, I−5)

5) Much numbers of the common antigens between three species of tuna were observed, (Fig. I−7, Plate I−7), however the species specific antigens were also detected as shown on Fig. I−8, Plate I−8 and Fig. 2.

---

* 南海区水産研究所業績　第143号
要旨は日本水産学会中四国支部大会（昭和34年10月30日，於高知）に発表

緒　　　　　言

吾々はマグロ類の資源研究上の重要課題である種族系統の問題について血清学的に研究を進めるべく前報[1)2)]に引続きマグロ赤血球中の抗原を凝集反応により検討している。しかしながら将来本研究の進展に伴い血清抗原の検討の必要性も当然予想されるので今回は寒天平板拡散法によるマグロ正常血清中の抗原の分析方法に関する若干の基礎的検討を実施した。

寒天平板拡散法は Oudin[3)] の方法を Ouchtelony[4)] その他の研究者達[5)6)]が発展させた方法で近時免疫化学，細菌学，生化学等の分野で応用されて来て居り，水産学関係では Ridgway[7)8)] がサケ・マス類の血清中の抗原分析に本法を適用して，その種族系統の解明に関して大きな成果をあげて居り，又藤井，日笠[9)] はマグロ類核酸の検討に応用して居る。

今回我々は本法を今後マグロ類血清の分析に適用する場合についての極めて基礎的な予備検討を実施した。

猶，試料採取に御尽力下さいました各県の水産試験場，水産高校，試験船実習船の方々，当利用部の見元技官，又特に御助言及び文献を賜った Dr. Ridgway 及び所内の皆様に深く感謝致します。

材 料 及 び 方 法

1. マ　グ　ロ　血　清

1）マグロ類正常血清

釣獲時に生きて居たマグロ（キハダ・メバチ・ビンナガ，漁場及び漁期等は Table−1 参照）のエラ動脈より大型試験管に体液海水等の汚染を極力避けて採血し 0°C〜5°C で一夜放置し，遠心分離後の上澄血清をポリエチレン試薬瓶に採り −20°C で凍結保存した。使用に当っては解凍後再び遠心分離し血清の10分の1量の1％チッ化ソーダ液を添加して防腐した。

なほ之等マグロ三魚種のうちキハダは他の魚種に比して血清採取の際溶血しやすい傾向が見られた。血清収量は体長 1m 前後のマグロで1尾当り約 40〜60cc であった。

Table 1. Normal Sera of Tunas.

Sample Number	Species	Site of Catch	Date of Catch	F. L. cm	Sex
182	Albacore	11°25.3′S 103°37.0′E	(1958) Ⅶ−15	99	—
197	Albacore	15°06.0′S 101°08.0′E	Ⅷ−1	106	—
195	Yellowfin	10°35.0′S 114°27.0′E	Ⅷ−15	107	♀
126	Yellowfin	〃　〃	〃	126	♂
135	Yellowfin	10°26.6′S 114°35.5′E	Ⅷ−16	107	♀
119	Bigeyed	〃　〃	〃	125	♂
191	Bigeyed	〃　〃	〃	128	♂

2）全血グリセリン凍結試料よりの血清

インド洋及び南太平洋に於て釣獲直後のキハダより採血し，グリセリン凍結用液（グリセリン 40 容，5%クエン酸ソーダ 60 容）と良く混合した後凍結保存した試料より上澄液を遠心分離後セロファンチューブにより 1.5% 食塩水に対し透析して調製した。

本試料は溶血の為相当着色していた。

2. 免　疫　血　清

（Table 2 参照）

1）静脈注射による免疫血清

Table 2. Rabbit immune antiserums.

Name of antiserum	Antigen (sera of tuna for injection)	Method of injection	Volume of injected serum (at one time)	Times of injection	Immunizing period (from first inject. to latest inject.)
anti-A 182	albacore 182	inject. into ear vain	1.0−1.5 ml	15	40 days
anti-B 119	bigeyed 119	〃〃 〃〃	〃	〃	〃
anti-Y 135	yellowfin 135	〃〃 〃〃	〃	13	〃
anti-B 191	bigeyed 191	after pre-sensitization, inject. hypodemically	1.0−1.5 ml	9	48 days
anti-Y 126	yellowfin 126	〃〃 〃〃	〃	〃	〃

Five or seven days after the latest injection, the whole blood was collected from the carotid artery of the rabbit. The separated serum was made inactive, then was stored at −20°C.

Table 1 の魚体より得たマグロ血清のうち No. 182，135，119 の血清を体重 2.5kg 以上の家兎の耳静脈に 1～2 日置きに 13～15回，毎回1～1.5cc づつ注射し，最後の注射より 5～7 日後に全採血し常法により血清分離後チッ化ソーダ液を添加して凍結保存した。（之等抗血清を以下夫々 anti-Albacore 182, anti-Yellowfin 135，anti-Bigeyed 119 と称す）

2）予備感作による免疫血清

No. 191 及び No. 126 血清を 1ml づつ家兎の耳静脈に注射し 3 週間飼育放置後，血清 1～1.5ml を隔日に 9 回皮下注射し 1 週間後採血し上記同様に処理保存した。（之等血清は以下夫々 anti-Bigeyed 191, anti-Yellowfin 126 と称す）

3 寒 天 平 板

Table 3 Agar Base

No. 1	agar (Wako) merthiolate trypan blue NaCl distilled water	1.5% 0.01% 0.001% 0.9%
No. 2	agar (Wako) NaCl sodumcitrate merthiolate trypan blue distilled water (add. HCl.－pH 6.7)	1.5% 0.72% 0.6% 0.01% 0.001%

Table 3 の組成の寒天ベースを加熱溶解して調製し内径 85mm のタイストン製ペトリーシャーレーに定量注加し寒天の薄い層を底部に作る。此の上に一定の幾何学的配置で種々の直径の高さ 10mm のビニール管を配置し再び先の寒天ベースを一定量注加し固定する。(本実験では、No. 1 及び No. 2 の寒天ベースを用いたが両者で大きな差は認められなかった。)

4 寒 天 平 板 拡 散 法 手 技

前項記述の寒天平板上のビニール管に抗原血清及び抗血清を注加して 36°C～38°C に3～10日位放置すると両者が寒天層内を拡散し白いバンドを生ずる。之を観察し又は写真にうつして記録した。

実 験 及 び 結 果

I. 手 技 に 関 す る 検 討

1) 寒天平板及び血清添加量

マグロ類の血清(特に免疫に使用可能な正常血清)は現在の所入手数は限られて居り，又1尾当りの収量も多くなく非常に貴重な試料であるので1回の実験に使用する血清量を出来得る限り少くする必要がある。又，血清は複雑な多抗原であり従って寒天平板法で検討する際に反応により生ずるバンドの数も非常に多いので，バンドの分離が最も良い条件を見出す事が必要である。

之等の問題を解明する為寒天層の厚さ，ビニール管の幾何学的配置と抗原及び抗血清添加量との関係につき検討する為に，種々の内径のビニール管(高さ10mm，内径 10mm，6mm，3.2mm)及び種々の厚さの寒天平板(内径 85mm ペトリーに対し底層寒天 4ml，8ml，10ml，追加注入の固定用寒天 0ml，8ml，10 ml)を使用し，ビニール管相互の間隔を色々変化させてみた所，次の様な傾向が認められた。(なほ本実験では血清，抗血清共に最初にビニール管に一杯に注加したのみで実験の途中で追加しなかった。又固定用寒天 0ml の場合はビニール管先端に融解寒天を附着して直ちに底層平板寒天上に固定した。)

a) 寒天層をうすくすると概して血清添加量が少くてすむ。又薄くすると抗体価の弱い抗血清でもバンドの分離が良好となる。

例えば Fig. I－1 のメバチ 191 及びメバチ 191 と anti-Bigeyed 191 との反応はバンドの分離が非常に悪いが，寒天層を非常に薄くし，4ml とすると Fig. I－2 の場合の様に分離したバンドが認められた。(Plate I の 1 及び 2 参照)従がって寒天層の厚さ及びビニール管間隔の相違によりバンドの明確さやバンドの分離の良否が異ると言えよう。

b） 今回吾々の行った静脈注射で免疫して得た抗血清について検討した所では，底層用寒天注加量 8ml，（表層用寒天 0ml），ビニール管間隔 10mm，ビニール管内径 3.2mm の条件で明確な分離されたバンドが認められた。

即ちこの場合１回の実験に使用する血清量は 0.06〜0.07ml で充分である。

2）免疫方法の相違による影響

今回の実験では二つの方法により免疫血清を得た、即ち前述の anit-Yellowfin 126 及び anti-Bigeyed 191 は予備感作後皮下注射により免疫し，その他は普通の耳静脈注射により免疫した（Table 2 参照）之等二種を比較した場合概して後者が前者より抗体価高く，又明確なバンドを得る事が出来た。（Fig. Ⅰ−1，及び Plate Ⅰの 1）免疫方法が異ると生産される抗血清が質的に異る事も考えられ今後は免疫の方法も一定にすべきと思われた。

Ⅱ．溶血による影響及び分泌液による汚染

マグロ類の血清は現在の所次の様な方法で採集可能である。

(1) 採血後船上で遠心分離。

(2) 採血時クエン酸液添加し冷所に静置し上澄を採取するか又は遠心分離する。

(3) グリセリン凍結保存血液より遠心分離透析する。

(4) 全血をそのまま船上で凍結保存し，帰港後解凍遠心分離する。

之等の方法のうち1が最も望ましいが，この為には遠心分離器が現場で必要で従って広い海域の試料を数多く集める事は困難である。(2)については現在検討中で詳細は次報にゆずるが，船上操作が相当複雑な点は免がれない。しかし乍ら(3)，(4)の方法は船に凍結設備さえあれば可能であるので広く試料を集め得るが両者共に溶血の為に血球中の成分が血清中に種々の程度に混入して居る。しかし若し之等の血清も反応用の抗原としてのみでも使用出来れば今後の研究上非常に有利であるので之に関する二，三の検討を行った。

1）マグロ血球抽出液と抗マグロ正常血清との反応

インド洋で漁獲したマグロ（キハダ，メバチ，ビンナガ）より採血後船上にて遠心分離洗滌（1.5% NaCl）し凍結保存した血球の抽出液（血球 1g をホモジナイズした後，1% NaCl 25mlで抽出）と前述の anti-Yellowfin 135 との反応を寒天平板法で検討したが，いづれの場合も反応バンドが認められなかった。従って血清中に血球中の成分が若干混入して来ても少くとも反応用抗原としてはさしつかえなかろうと考えられる。

2）グリセリン凍結試料よりの血清との反応

前述（材料及び方法の1，2項参照）の如くキハダの全血のグリセリン凍結試料より遠心分離透析して得た所の血清試料と anti-Yellowfin 135 との反応を検討した。Fig. Ⅰ−3 及び Plate Ⅰ−3 に示す如く，相当強い反応バンドが見られた。但しバンドの分離が（未だ技術的に未熟な為か）明確でないので正常血清との反応とグリセリン試料による反応との相異は今回の実験のみでは明かに指摘出来なかった。しかしながら前項記述の如く血球抽出液との反応が陰性であった事等からしてこの様な試料も今後実験に使用可能となる希望は持てそうに思われる。

3）キハダ内臓抽出液との反応

マグロの採血の際体液による汚染も考えられるので，消化器管及び体表面等よりの分泌液の抗原性についても検討する必要がある。

今回はキハダの内臓抽出液（高知県手結沖漁獲のキハダの肝臓，脾臓，幽門垂及び胃内壁をホモジナイザ

ーですりつぶし10倍量の水で抽出）と anti-Yellowfin 135 との反応を寒天平板法で検討したが，いづれの場合も反応バンドが認められなかった。従って今回得られた抗血清には之等内臓抽出液に対応する抗体は含まれて居ないものと思われ，又もし反応用抗原としてのみ使用する場合には採血の際消化液等で汚染された血清でもさしつかえないものと考えられる。但し今後は口喉又は表皮よりの粘液による汚染についても更に検討の必要があろう。

Ⅲ．マグロ正常血清中の抗原の魚種及び個体による差異

1）同一魚種内に於ける個体差の有無

吾々が今回使用した正常血清は各魚種共個体数がわずか２～３尾宛に過ぎず充分な検討は出来ないが次の様な若干の検討を行った。

(1) キハダ（135，126，195）Fig.1−4 及び Plate Ⅰ−4 に示す如く anti-Yellowfin 135 に対して No. 135 のキハダは他の２尾と異る結果を得た。即ち No. 135 に対しては，二本の特異的なバンドが出現して居るが他の二尾に対しては認められない。

又更に anti-Yellowfin 126 に対して検討した所，Fig. Ⅰ−5 及び Plate Ⅰ−5 に示す如く特異的なバンドが No. 126 に対してのみ認められ No. 135 には認められなかった。

(2) メバチ（119，191）

anti-Bigeyed 191 及び anti-Bigeyed 119 に関して之等２尾に抗原的な相違が認められなかった。（Fig. Ⅰ−1 及び Fig. Ⅰ−2, Plate 1−1 及び2 参照）

(3) ビンナガ（182，197）

anti Albacore 182 に関して検討した所 No. 182 及び No. 197 のビンナガが抗原的にやや異る様であるが明確でない。（Fig. 1−6 及び Plate−1−6）

2） 魚　種　差

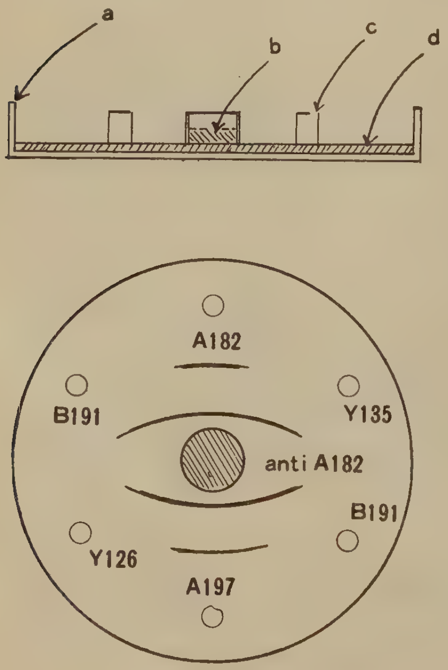


Fig. 1−7 及び Plate 1−7 は anti-Yellowfin 135 に対するキハダ，メバチ，ビンナガ血清の反応である。図で明かな如く之等マグロ３魚種間には相互に共通な抗原が多く存在する。又前項で述べた如く同一魚種内でも個体差が認められる場合もあるので，ある魚種に特異的な抗原を見出す為にはバンドが非常に分離しやすい条件の下で又相当数を個体別に検討する必要がある。前記の Fig. 1−7 の場合は条件が不適当であった為（特に寒天層が厚い）殆ど魚種差が判別出来ない。しかしながら反応条件を異にした Fig. 1−8 及び Plate 1−8 の場合に於てはメバチ特有と思われるバンドが認められた。又別に anti-Albacore 182 に対し同様な検討を試みた結果，キハダ，ビンナガ間に差異が認められたの

Fig. 2. The method and results of absorption test.

a……petri, b……agar misxture containing antigen for absorption (bigeyed 191 serum)
c……tube for antigen, d……agar plate

で更に之を明確にする方法の一つとして吸収操作による共通抗原の除去を試みた。

即ち，Fig. 2 による如く寒天平板中央に直径 10mm のビニール管を置き，管の半ば迄吸収用の抗原血清（メバチ191血清）を混合した融解寒天を注入し，この周囲に径 6mm のビニール管を配置する。次に図の如く中央部の管に Anti-albacore 182 を注加し周囲のビニール管にメバチ，ビンナガ，キハダの血清を注加し 37°C に一定時間放置した所，ビンナガにのみバンドが認められ，キハダ，メバチに認められなかった。今後この様な吸収操作を加える事により更に個体差，魚種差を明確にする事が可能であろう。

考　　　察

今回の実験では試料の数及び量が限られて居り充分な検討が実施出来ず極めて予備的な実験に終ったが，キハダに個体差と思われるバンドを検出する事が出来た。

もし之が遺伝的に決定された個体差であるならば，今後この出現率の調査による種族系統の研究も可能であろう。しかし乍ら Ridgway 等はベニザケの血清の個体差を寒天平板法で検討した結果，系統に関する抗原と並に魚体の成熟に関係ある抗原（ホルモン）を認めて居り，今後吾々は之等の点をも合せて検討して行く予定である。又実際の手技に関しても，又免疫方法についても残された問題も多く，更にまた通常のリングテストによる沈降反応とも併行して研究を進めて行く必要があろう。

要　　　旨

マグロの正常血清中の抗原を寒天平板法で分析する方法について予備的検討を行い，次の結果を得た。

1）寒天平板の厚さ，血清注入用ビニール管の距離等を加減する事により沈降バンドの分離を改善する事が可能であり又，寒天平板を薄くした場合に血清使用量を1回の実験に 0.06〜0.07cc に抑える事が出来た。

2）免疫方法が異ると抗体の生産が異る様で今後は一定の方法で免疫する事が望ましいと考えられる。

3）グリセリン凍結保存の血液試料より得た血清も反応用抗原として使用出来そうであるが今後更に検討を要する。

4）ビンナガ，キハダ，メバチ3種の正常血清中には多くの共通抗原が含まれるが，魚種に特異的と思われるバンドも見られた。

5）キハダに個体差が認められた。しかし試料数も少いので今後更に検討する必要がある。

文　　　献

1）鈴木秋果・清水泰幸・森尾忠夫：マグロの種族系統の血清学的研究－I．基礎的検討及びビンナガの血液型．南水研報告第8号（1959）

2）鈴木秋果・森尾忠夫：マグロの種族系統の血清学的研究－II．Tg 式によるビンナガ血液型出現率（その1）インド洋及び北西部太平洋の比較．南水研報告第11号（1959）

3）Oudin : Compt. rend. Acad. Sci., 222 : 115, 1946.

4）Ouchterlony : Acta Pathol. microbiol. Scandinav., 25 : 186, 1948.

5）Jennings et al : J. Immunol, 72 : 411, 1954

6）Wilson et al : J. Immunol, 77 : 324, 1956

7）Ridgway：（日本語訳）米加北洋漁業関係文献集第4集，北洋資源研究協議会（1958）

8）Ridgway：同上．第13集（1959）

9）藤井豊．日笠七郎：マグロの種族系統の生化学的研究－III　南水研報告第11号（1959）

Fig. 1. The arrangements of antigens and rabbit antiserums.
These results are shown in Plate 1.

The conditions of these experiments are as follows :—

Experiment Number	Volume of ager for agar plate (ml) Bottom	Upside	Inside Diameter of tube(mm)	Distances between tubes(mm)	Incubated period (day)
1	8	8	6	15	10
2	4	0	6	10 and15	10
3	8	0	6	10	4
4	8	8	3.2	15	10
5	4	0	6	10	4
6	8	0	3.2	10	4
7	10	15	6	15	7
8	8	8	3.2	10	10

A……Albacore sera, B……Bigeyed sera, Y……Yellowfin sera, y—1, y—2, y—3 and y—4 ………Yellowfin sera which were prepared from the blood samples preserved by the glycerol-freezing-method.

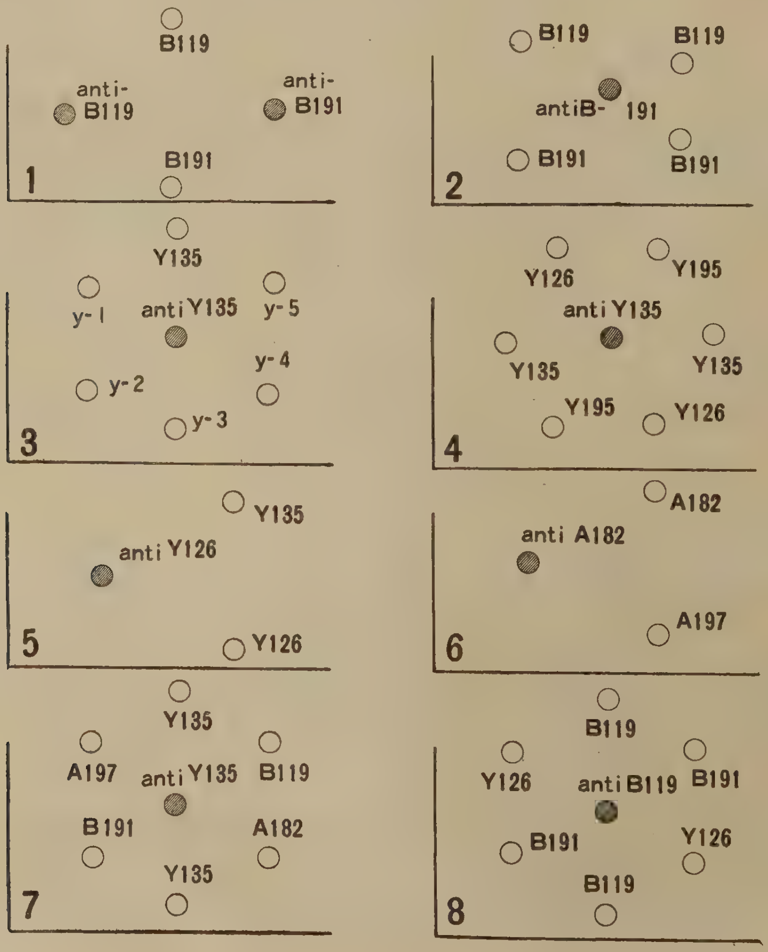
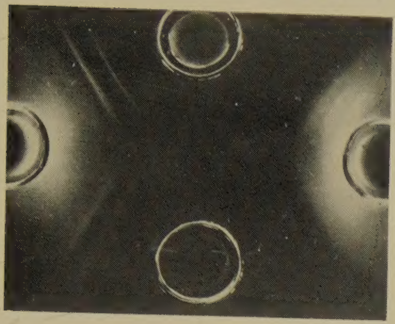
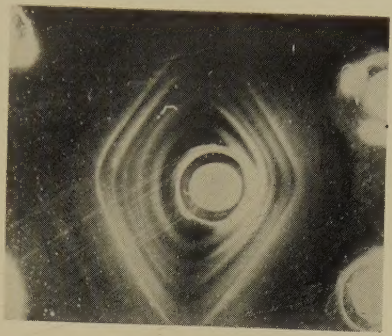
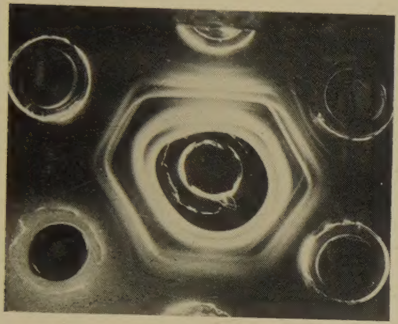
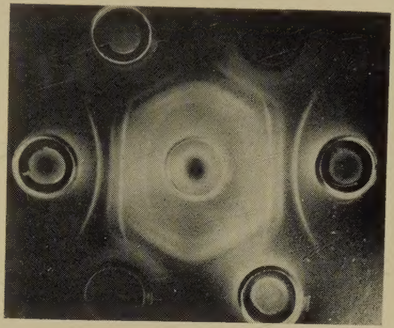


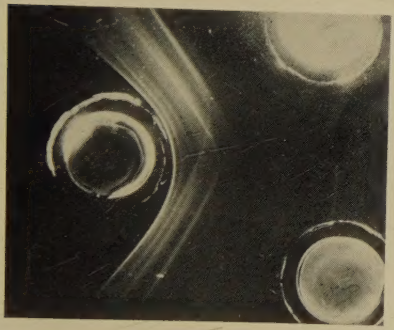
Plate I. The results of reactions between normal sera of tunas and selected rabbit antisera by the agar-diffusion method.
The conditions of these experiments are shown in Fig. I.

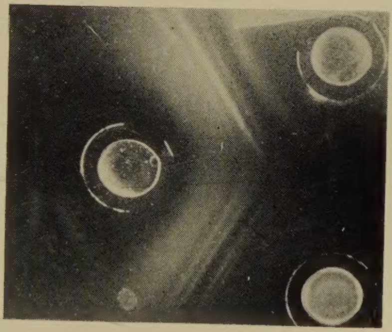
1


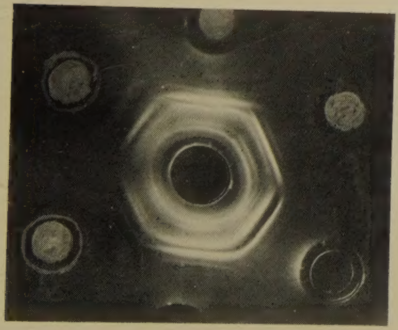
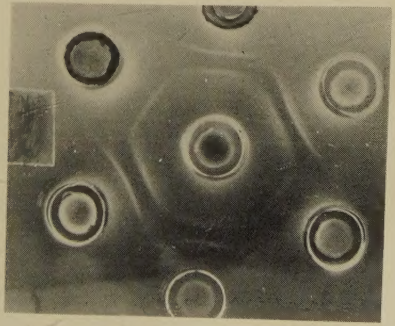
2


3


4


5


6


7


8